

**ШЕСТНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ»**



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

**Санкт-Петербург
Россия
2016**

**ШЕСТНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ»**

Санкт-Петербургский государственный университет
6–9 июня 2016 года

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, кафедра экологической геологии;
геологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель: Аплонов С. В. (СПбГУ)

Сопредседатели: Куриленко В.В. (СПбГУ), Трофимов В.Т. (МГУ)

Ученые секретари: Беляев А.М., Подлипский В.В. (СПбГУ)

Члены: Алексеенко В.А., профессор Южного федерального университета; Антонов В.В., профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Национального минерально-сырьевого университета "Горный"; Вревский А.Б., директор Института геологии и геохронологии докембрия РАН; Гричук Д.В., профессор кафедры геохимии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Иванюкович Г.А., профессор, кафедра экологической геологии СПбГУ; Каминский В.Д., директор Всероссийского научно-исследовательского института геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга; Королев В.А., профессор кафедры геохимии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Петров С.В., доцент, кафедра геологии месторождений полезных ископаемых СПбГУ; Румынин В.Г., профессор, кафедра гидрогеологии СПбГУ; Серебрицкий И.А., заместитель председателя комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности; Хайкович И.М., профессор, кафедра экологической геологии СПбГУ; Холмянский М.А., профессор, кафедра экологической геологии СПбГУ; Чарыкова М.В., профессор, кафедра геохимии СПбГУ.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость теоретического и методологического разрешения проблем, связанных с непосредственными нарушениями той части земной коры, в которой проявляется деятельность живых организмов и человека, способствовала возникновению в рамках наук о Земле такого научного направления как **экологическая геология**.

Шестнадцатая международная молодежная научная конференция «Экологические проблемы недропользования» направлена на обмен научными достижениями в области **экологической геологии** между ведущими преподавателями и научными сотрудниками Российских вузов, учеными академических институтов страны и студентами, аспирантами и молодыми специалистами для распространения современных теоретических и практических знаний в области разработки экологических принципов и методов охраны и реабилитации окружающей природной среды.

Литогенная сфера Земли, представляя собой минеральную основу биосферы, является одной из важнейших областей жизнедеятельности человека, одновременно влияющей и зависящей от него. Отсюда, природные и природно-техногенные геологические процессы и явления, протекающие в пределах литосферы, часто вызывают необратимые последствия и оказывают существенное влияние практически на все элементы природной среды и биосферы в целом. При этом, возникающие при антропогенном воздействии разнообразные изменения литосферы, требуют не только научно-теоретического анализа, но и практического решения задач рационального природо- и недропользования. Данное обстоятельство определяет необходимость выработки научно обоснованных организационно-правовых механизмов управления в области природо- и недропользования в рамках природоохранной парадигмы.

В настоящее время экологическая геология опирается на экологические направления биологических, географических, почвоведческих, медицинских и других естественных наук, а также экономических, юридических и социальных научных дисциплин. Данное обстоятельство определяет необходимость комплексного подхода к выработке теоретических, методологических и практических основ решения экогеологических проблем.

В рамках научной тематики Шестнадцатой международной молодежной научной конференции «Экологические проблемы

недропользования» предполагается обсудить теоретические и методологические основы **экологической геологии**; экологические проблемы недропользования; экогеологические методы оценки состояния промышленных и городских агломераций, а также компонентов природной среды; экогеологические риски и принципы экологической безопасности недропользования; современные проблемы радиоэкологии; экогеологии водных экосистем; технологии реабилитации геологической среды; научно-методологические основы экогеологического картирования и ГИС.

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

РАЗДЕЛ 1

•

ОБЗОРНЫЕ ЛЕКЦИИ И ДОКЛАДЫ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКИМ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИМ ОСНОВАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

•

ПАРАДОКСЫ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЭКОЛОГИИ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

В.Т.Трофимов
(*Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова, Москва*)
trofimov@rector.msu.ru

PARADOXES OF THE MODERN STATE OF GEOECOLOGY AND WAYS TO OVERCOME THEM

V.T.Trofimov
Lomonosov Moscow State University, Moscow

Abstract. “Variety” of understanding of the content of geocology, not typical of formed sciences; diverse understanding of the structure of geocology as a science; the lack of clearly defined, and most importantly, widely accepted theoretical tasks of geocology; ambiguous attitude of researchers to the need to study the influence of parameters of the abiotic environment on the state of the biota in geoecological researches; different views on the problem of studying the impact of natural and anthropogenic factors on ecosystems; the lack of issue of the interdisciplinary nature of geocology as a science are referred to scientific-informative paradoxes of geocology. High Attestation Commission organizational paradoxes are associated with the inclusion in the passport of a scientific specialty "25.00.36. Geoecology" together with the earth sciences, such spheres as oil and gas industry, metallurgy, mining and processing industry, construction and housing and utilities complex. Three theoretical ways out of this paradoxical situation are considered: development of theoretical bases of geocology as an interdisciplinary science; exclusion from the list of High Attestation Commission specialty "25.00.36. Geoecology" in the form in which it was last approved by the Ministry of education of the Russian Federation in 2009; to consolidate specialization geocology for the geographical sciences as one born in one of its sciences.

Введение

Термин «геоэкология» был впервые введён в 1939 году немецким географом К.Троллем взамен им же использованного ра-

нее термина «экология ландшафта» для придания ландшафтоведению экологической направленности. Из этого следует, что *термин был введён как специальный в географической науке*; поэтому ряд географов в целом правомерно настаивают на использовании его только в эколого-географических исследованиях.

В отечественную литературу обсуждаемый термин был, по-видимому, привнесён В.Б.Сочавой (1970, 1978 гг.). Он определил геозкологию как науку о состоянии геологической среды и всех её компонентов, о происходящих в ней процессах, активизация которых может отражаться (в том числе и негативно) на состоянии других геосфер Земли. *В таком понимании содержание геозкологии принципиально отличается от введённого К.Троллем и, по существу, представляет собой новую геологическую науку.*

В последней четверти XX века термин «геозкология» стали широко использовать не только во многих естественных науках, но и **науках технических**; он потерял свою чёткость и стал, по сути, **термином свободного пользования** [4, 5]. Только в публикациях геологов выделено не менее трёх толкований этого термина – геобиосферное, литосферное и геосферное – и соответственно его применения. Часто геозкологическими называют работы, не имеющие ни малейшей экологической направленности. *Этим обусловлены парадоксы современной геозкологии, которые, строго говоря, ставят вопрос о возможности относить её к новой, уже сформировавшейся науке* [1, 4, 5]. Более того, уже опубликована статья под названием «Геозкология – наука, которой нет» [2].

Научно-организационные парадоксы современной геозкологии

Анализ состояния научных геолого-географических разработок, названных авторами геозкологическими, позволил автору [4] выделить в качестве важнейших, фундаментальных по значению **научно-содержательных парадоксов** современной геозкологии следующие позиции: а) «многоликость» понимания содержания геозкологии, не свойственную сформировавшимся наукам; б) многоликое понимание структуры геозкологии как науки; в) отсутствие чётко определённых, а главное, общепризнанных теоретических задач геозкологии; г) неоднозначное отношение исследователей к необходимости изучения при геозкологиче-

ческих работах влияния параметров абиотических сред на состояние биоты; д) различные взгляды на проблему изучения воздействия природных и антропогенных факторов на экосистемы; е) неразработанность вопроса о междисциплинарном характере геозкологии как науки.

Покажем содержание некоторых из этих парадоксов на рисунке. На рис.1 из них показано соотношение объёмов понятий геозкологического содержания у разных авторов. Соотношение объектов разных абиотических сфер и биоты, которые, по мнению

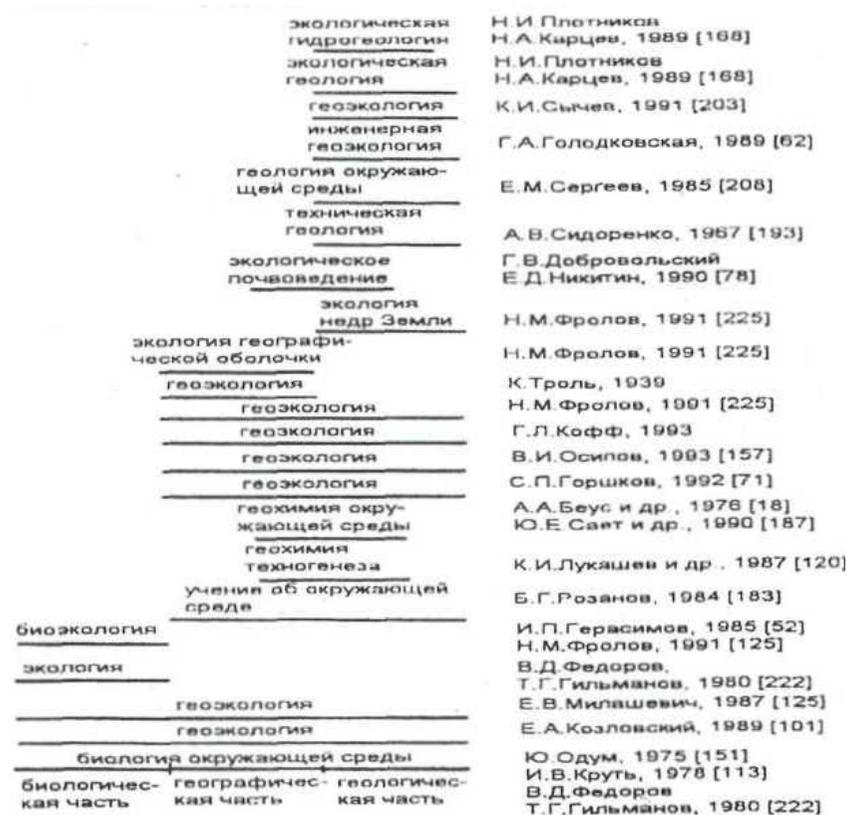


Рис. 1. Соотношение объёмов понятий геозкологического содержания у разных авторов

разных авторов, необходимо изучать при геоэкологических исследованиях, демонстрирует рис.2.

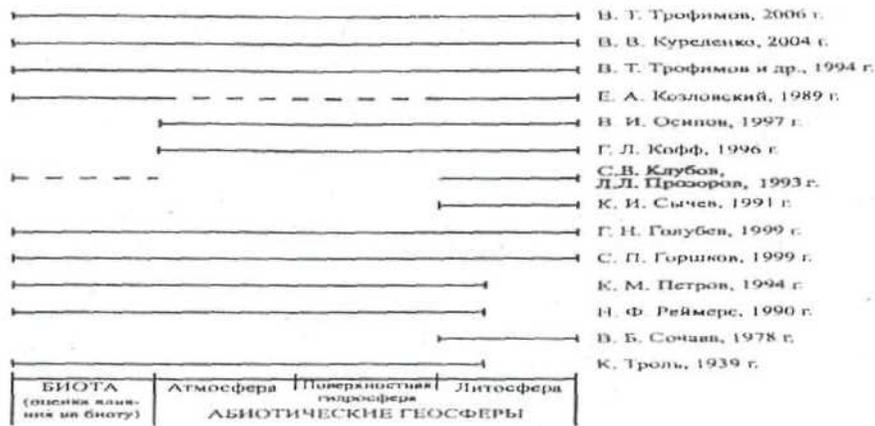


Рис.2. Соотношение объёмов различных абиотических сфер и биоты, которые, по мнению разных авторов, необходимо изучать при геоэкологических исследованиях

На рис. 3 показана структура геоэкологии по представлению В.И.Осипова, а на рис.4 – по В.В.Куриленко.



Рис.3. Структура геоэкологии по В.И.Осипову (1997 г.)



Рис. 4. Структура мегаэкологии и геоэкологии по В.В.Куриленко (2004 г.)

Все эти парадоксы обусловлены двумя главными, основополагающими причинами:

а) различному подходу исследователей, часто узкопрофессиональному («цеховому»), к определению содержания геоэкологии и других её атрибутов как науки; стремлению одних исследователей сохранить первоначально введённое содержание термина «геоэкология», а других – придать ему новое содержание, причём совершенно разное по объёму;

б) отсутствию до настоящего времени чёткой формулировки теоретических основ геоэкологии, её новой терминологической базы как атрибута новой междисциплинарной науки.

Главной в содержательном отношении является вторая причина. Именно неразработанность теоретических основ геоэкологии, отсутствие чёткой формулировки её понятий-

ной базы позволяют существовать широкому спектру взглядов на содержание геоэкологии. Именно поэтому высказываются представления, в которых объект этой междисциплинарной науки рассматривается от экосферы до геологической среды, структура и задачи формулируются совершенно по-разному, а отношение к необходимости оценивать влияние абиотических сред на биоту принципиально различается. Именно это часто приводит к неправильно определению шифра диссертационных работ, которые защищают в специализированных советах по специальности 25.00.36 – геоэкология.

Организационно-ваковские парадоксы современной геоэкологии

В соответствии с паспортом научной специальности ВАК «25.00.36. Геоэкология» [3] последняя определена как междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов. Основной задачей геоэкологии является изучение изменений жизнеобеспечивающих ресурсов геосферных оболочек под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрана, рациональное использование и контроль с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды. (Сразу же возникает вопрос – а разве раньше этим не занимались география, геология, почвоведение, гидрология, химия и другие науки?).

В неё включены такие области исследований: науки о Земле, нефтегазовая отрасль, горно-перерабатывающая промышленность, металлургия, строительство и ЖКХ. Не много ли?

Давайте посмотрим содержание блока «4.Металлургия» в паспорте научной специальности 25.00.36 Геоэкология:

«4. Металлургия:

4.1. Использование природных ресурсов в металлургии. Ресурсы металлов. Ресурсы энергоносителей. Нерудные ресурсы. Ресурсы недр и океанического дна. Использование водных ресурсов, кислорода атмосферы, земельных ресурсов.

4.2. Элементопотоки. Элементопотоки железа, марганца, хрома, ванадия, стронция и других металлов. Расчёты элементопотоков.

4.3. Техногенные ресурсы. Золошлаконакопители. Формирование техногенных месторождений на территории металлургических предприятий.

4.4. Использование техногенных ресурсов. Повторный расход энергии и повторные выбросы в окружающую среду.

4.5. Влияние металлургии на климат.

4.6. Влияние металлургии на величину озонового экрана. Атмосферный и тропосферный озон.

4.7. Состояние почвенного слоя на территории металлургического региона.

4.8. Выбросы металлургических предприятий в атмосферу и их распределение в атмосфере. Рассеивание выбросов и влияние на него климатических характеристик. Первичные и вторичные выбросы в атмосфере.

4.9. Выбросы металлургических предприятий в гидросферу.

4.10. Экологически чистое производство. Наилучшие из доступных существующих технологий (НИДСТ).

4.11. Ресурсосбережение. Энергосбережение. Рециклинг материалов в металлургии. Утилизация в металлургических агрегатах отходов производства неметаллургических отраслей народного хозяйства. Очистка газов и воды.

Отрасль наук:

Технические науки (за исследования по п.п. 4.1-4.11)».

Посмотрим и на содержание блока «3. Горно-перерабатывающая промышленность»:

«3. Горно-перерабатывающая промышленность:

3.1. Горно-геологическая природная среда и её изменение под влиянием хозяйственной деятельности при освоении месторождений (природного и техногенного происхождения) твёрдых полезных ископаемых: загрязнение массивов горных пород, поверхностных и подземных вод, развитие физико-геологических и техноприродных процессов, деградация криолитозоны, истощение ресурсов подземных вод.

3.2. Изучение влияния абиотических факторов горно-перерабатывающей отрасли на живые организмы в природных и лабораторных условиях с целью установления пределов толерантности и оценки устойчивости организмов к техногенному воздействию при обосновании и создании новых экологически безопасных технологий.

3.3. Геоэкологические аспекты рационального использова-

ния и охраны минеральных ресурсов Земли и рекультивации территорий, нарушенных при разработке месторождений и обогащении твёрдых полезных ископаемых.

3.4. Развитие опасных технико-природных процессов, методы и технические средства прогноза, оперативного обнаружения и устранения последствий чрезвычайных ситуаций при разработке природных и техногенных месторождений и переработке твёрдых полезных ископаемых.

3.5. Теория и методы создания экологически безопасных технологий, машин, оборудования и материалов, подготовки и повышения качества продукции, утилизации и переработки промышленных отходов при разработке природных и техногенных месторождений и обогащении твёрдых полезных ископаемых.

3.6. Геоэкологическое обоснование конструирования, проектирования и безопасного размещения инженерных сооружений при строительстве, эксплуатации, консервации и ликвидации предприятий по освоению природных и техногенных месторождений твёрдых полезных ископаемых и подземного пространства.

3.7. Теория, методы, технологии и технические средства оценки состояния, защиты, восстановления и управления природно-техническими системами при разработке природных и техногенных месторождений и обогащении твёрдых полезных ископаемых.

3.8. Технические средства контроля и мониторинга состояния окружающей среды при освоении недр.

3.9. Теория и методы оценки геоэкологической безопасности существующих и создаваемых технологий, конструкций и сооружений, используемых в процессе освоения природных и техногенных месторождений твёрдых полезных ископаемых.

3.10. Инженерная защита экосистем, прогнозирование, предупреждение и ликвидация последствий загрязнения окружающей среды при строительстве, консервации и ликвидации горных и горно-обогатительных предприятий.

3.11. Разработка и совершенствование методов определения критических нагрузок, нормирования и стандартов оценки состояния для геологической, биологической и антропогенной среды при освоении месторождений и обогащении твёрдых полезных ископаемых.

Отрасль наук:

Технические науки (за исследования по п.п. 3.1-3.11)».

Просмотр этих позиций вызывает ряд вопросов: 1) разве ранее не решали экологически ориентированные проблемы и задачи названные технические науки до того, как их в таком виде «поместили» в паспорт названной научной специальности?; 2) почему целый ряд перечисленных пунктов не имеет ясно выраженной экологической направленности?

Естественно возникает ещё один вопрос: почему в паспорте научной специальности 25.00.36. Геоэкология названы только четыре технических области исследования: нефтегазовая отрасль, горнодобывающая промышленность, металлургия, строительство и ЖКХ? Разве другие области исследований, например, связанные с сельскохозяйственной и военной деятельностью, работой перерабатывающей промышленности, транспортной сети и других сфер деятельности не оказывают влияния на экосистемы?

Такой же вопрос вызывает и список смежных специальностей паспорта научной специальности 25.00.36. Геоэкология:

«03.02.08 – Экология

05.05.06 – Горные машины

05.16.07 – Металлургия техногенных и вторичных ресурсов

05.26.01 – Охрана труда (по отраслям)

25.00.07 – Гидрогеология

25.00.08 – Инженерная геология, мерзловедение и грунтоведение

25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых

25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география

25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

25.00.35 – Геоинформатика

05.23.19 – Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства».

Появление геоэкологии как научной специальности ВАК произошло в середине 90-ых годов XX века. Она была создана заинтересованными лицами на базе существовавшей специальности ВАК «рациональное использование и охрана ок-

ружающей среды» путём включения вопросов, ранее решавшихся в традиционных естественных и технических науках. Этим был рождён **организационно-вакфовский парадокс** геоэкологии, который до сих пор не преодолён.

О путях решения названных парадоксов современной геоэкологии

Есть ли выход из создавшейся ситуации? (Или говоря словами вечного русского вопроса – что делать?). *С моей точки зрения* [5], *есть, по крайней мере, три теоретического выхода из парадоксальной ситуации:* а) разработка теоретических основ геоэкологии как междисциплинарной науки; б) исключение из перечня ВАК специальности «25.00.36. Геоэкология» в том виде, как она была в последний раз утверждена приказом Минобрнауки РФ 25 февраля 2009 года № 39; в) закрепить специализацию геоэкология за географическими науками как рождённую в одной из её наук.

Третья из этих позиций, логически наиболее верная, реализована быть уже не может, поскольку специалисты самых разных областей знаний считают себя геоэкологами. **Реализация второй позиции** возможна лишь на основе мощного политического решения в системе ВАК и Минобрнауки РФ. Уже сейчас эти вопросы поднимаются в научных статьях. Рискну высказать такой прогноз: число таких публикаций будет возрастать и это приведёт к возрождению в ВАКе специальности «рациональное использование и охрана окружающей среды». Обсуждению первой из названных позиций посвятим следующий пункт доклада.

Выход из современного «многоликого» состояния геоэкологии один – он заключается в разработке её теоретических основ путём широкого публичного и многоэтапного обсуждения всех фундаментальных позиций науки, включая её новую терминологическую экологически ориентированную базу (как необходимый атрибут новой науки) [4, 5]. При разработке теоретических основ геоэкологии предлагаю использовать представления об **экологических функциях абиотических сфер Земли**. Это представляется правомерным, поскольку основное с рассматриваемой точки зрения предназначение всех абиотических сфер Земли – литосферы, педосферы, атмосферы и гидросферы – ресурсное и энергетическое обеспечение жизни и развития биоты.

Под экологическими функциями абиотических сфер Земли будем понимать всё многообразие функций, определяющих роль и значение этих геосфер, включая их состав, объём, динамику функционирования, геохимические и геофизические поля, в жизнеобеспечении биоты, в первую очередь человеческого сообщества. В качестве таких функций предложено выделить ресурсную, геодинамическую, геохимическую и геофизическую функции (рис.5). Их содержание охарактеризовано в ранее опубликованных работах (В.В.Куриленко, 2004 г.; В.Т.Трофимов, 2005, 2006, 2008 гг.).



Рис.5. Назначение и виды экологических функций абиотических сфер Земли по В.Т.Трофимову (2005)

Эта позиция позволяет принципиально по-новому определить теоретическое содержание геоэкологии (с учётом того, что в её рамках решаются морфологические, ретроспективные и прогнозные задачи): *геоэкология – междисциплинарная наука, изучающая экологические функции абиотических сфер Земли, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты, и прежде всего человека.*

Такой подход к содержанию геоэкологии позволил по-новому определить её объём как поле пересечения наук о жизни, атмосфере, поверхностной гидросфере и литосфере (рис.6). Исходя из этого во всех науках, изучающих такой объект, правомерно развивать экологически ориентированные направления, которые следует называть с прилагательным «экологическая»: экологическая физика, экологическая география, экологическая геология, экологическая химия и т.п.

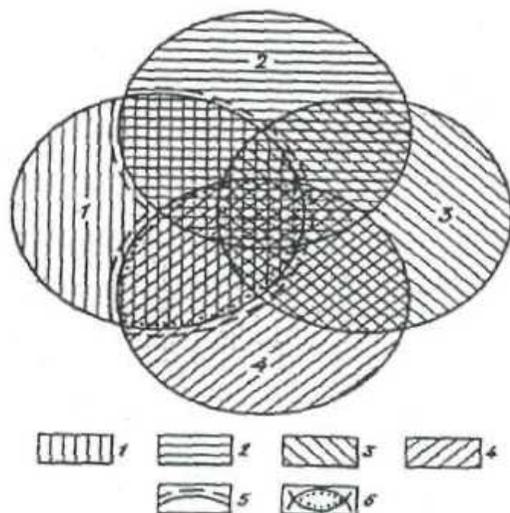


Рис.6. Соотношение наук о жизни и абиотических сферах Земли, изучающих экосистемы высокого уровня организации и формируемые ими общие предметные и объектные поля по В.Т.Трофимову (2006 г.): 1 - науки о жизни; 2 - науки об атмосфере; 3 - науки о поверхностной гидросфере; 4 - науки о литосфере; 5 - граница совместных объектных и предметных полей наук об абиотических сферах Земли и Жизни, очерчивающая предметное поле геоэкологии как междисциплинарной науки; 6 - граница области исследований экологической геологии

Разработка выдвинутых представлений позволит создать принципиально новое учение – *учение об экологических функциях абиотических сфер Земли*, которое даст возможность с единых теоретических позиций подойти к анализу экологической роли

всех абиотических сфер Земли, к разработке классификаций экологических функций каждой из них и сформировать новую структуру геоэкологии как действительно междисциплинарной науки. В итоге, с моей точки зрения, это учение позволит завершить в геоэкологии период «шатаний», многоликости и даже профанации в так называемых геоэкологических исследованиях.

В качестве фундаментальных задач изучения экологических функций абиотических сфер Земли выдвинуты следующие [4, 5]: а) создание классификаций экологических функций всех абиотических сфер Земли, построенных на едином теоретическом подходе; б) характеристика современных морфологических особенностей экологических функций педосферы, атмосферы, поверхностной гидросферы и литосферы в соответствии с позициями, заложенными в их классификации; в) оценка глобального, регионального и локального влияния экологических функций каждой сферы Земли и их сочетания на биоту в целом и человеческое сообщество; г) установление закономерностей современного развития экологических функций литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы под совместным воздействием природных и антропогенных (техногенных) причин; д) исследование действительной роли техногенеза в трансформации природно сформированных экологических функций каждой из абиотических сфер Земли; е) обоснование управляющих действий, направленных на уменьшение или ликвидацию воздействий, наносящих негативные последствия экологическим функциям и биоте.

Литература

1. Богданов М.И. История становления и современное состояние геоэкологии // Инженерная геология. 2014. № 1. С. 14-20.
2. Богданов М.И. Геоэкология – наука, которой нет / Инженерные изыскания в строительстве – кризис регулирования. М.: Изд-во «Академическая наука», 2014. С. 122-128.
3. Приказ Минобрнауки РФ от 25.02.2009 № 59 (ред. От 10.01.2012) «Об утверждении Номенклатуры специальностей научных работников». (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.03.2009 № 13561). <http://vak1.ed.gov.ru/docs/printable.php?i54=3&id54=2&print=1>
4. Трофимов В.Т. Парадоксы современной геоэкологии // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2009, № 4. С. 3-13.
5. Трофимов В.Т. Научно содержательные и организационно-ваксовские парадоксы современного состояния геоэкологии и пути их решения / Геоэкологические проблемы современности: доклады VII Между-

народной научной конференции, Владимир, 9-10 октября 2015 г. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. С. 8-14.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.В. Куриленко

(Санкт-Петербургский государственный университет)

METHODICAL BASES OF ECOGEOLOGICAL INVESTIGATIONS

V.V. Kurilenko

(St. Petersburg State University)

Эколого-геохимическая характеристика воздействия токсичных химических элементов на биоту и человека. Антропогенная деятельность определяет все большее негативное воздействие на окружающую природную среду. При современной интенсивности миграции поллютантов происходит бесконтрольное их накопление и перераспределение в системе «*эколого-геологическое пространство – биота - человек*». Активную роль в данной системе играет **воздушная миграция** токсичных химических элементов.

В настоящее время в окружающей среде присутствуют сотни различных химических соединений, но для любых, даже самых «чистых» регионов, можно определить перечень наиболее опасных загрязняющих веществ (*приоритетных загрязнителей*). Для них характерны высокая токсичность, способность к накоплению в трофических цепях, устойчивость в окружающей среде. Приведем перечень приоритетных химических загрязнителей: *пестициды* - альдрин, хлордан, ДДТ, дильдрин, эндрин, гептахлор, мирекс, хлордекон, эндосульфат, токсафен, гексахлор-циклогексан, линдан, гептахлорэпоксид, атразин; *промышленные вещества* – полихлорированные бифенилы (ПХБ), гексабромбифенил, пентахлорфенол, октил- и нонилфенолы, пентахлорнитробензол, фталаты, 1,2-, 1,3- и 1,4- дихлорбензолы, 1,2,4-трихлорбензол, 1,2,4,5-тетрахлорбензол, пента- и гексахлорбензолы, хлориро-

ванные насыщенные углеводороды (хлорпарафины); *побочные продукты* - полихлорированные дибензо-*n*-диоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ); *органические соединения таких металлов*, как ртуть, свинец, олово.

Наряду со стойкими органическими загрязнителями к приоритетным относят также некоторые вещества, имеющие неорганическую природу. Это так называемые *тяжелые металлы*. Данный термин не является правомерным, так как в химии тяжелыми металлами называют те металлы, которые в определенных условиях образуют осадки при пропускании сероводорода через водные растворы их солей. Точнее было бы называть их *токсичными металлами*. К ним относят металлы, которые не являются жизненно необходимыми. Присутствие тяжелых металлов в живых организмах даже в малых дозах приводит к нарушению их функций. Почти 70 % тяжелых металлов попадают в организм человека с пищей. В число контролируемых металлов обычно входит восемь токсичных элементов: ртуть, кадмий, мышьяк, медь, олово, свинец, цинк, железо. В нашей стране дополнительно контролируется еще семь элементов: сурьма, никель, селен, хром, алюминий, фтор, йод, для которых существуют гигиенические нормы.

В список приоритетных экотоксикантов необходимо также включить вещества, которые при определенных изменении температуры, давления, действия света и т.д., могут образовывать замещенные ПХДД, ПХДФ, ПХБ и ПАУ. Обычно такие соединения легко трансформируются в природной среде вследствие процессов гидролиза, реакций восстановления или окисления, фотохимических превращений. Такие токсиканты объединяются общим термином - *малоустойчивые органические соединения*. Они поступают в окружающую среду при производстве галогенированных фенолов, анилинов, полигалогенированных бензолов, нафталинов, бифенилов, хлорали-фатических соединений, растворителей, полимеров, пестицидов (и при их применении в сельском хозяйстве), а также при использовании хлорсодержащих веществ в коммунальном хозяйстве и в производстве катализаторов и неорганических материалов. Все они относятся к экотоксикантам пролонгированного действия.

Постепенно, по мере достижения соответствующих концентраций в геологическом пространстве, эти элементы и их соеди-

нения становятся *достоянием флоры и фауны, а затем через пищу и дыхание попадают в организм человека*, оказывая вредное влияние на его здоровье. Например, установлено, что частицы размером более 100 мкм полностью оседают в полости носа и рта, не проникая в трахею; частицы 50 мкм способны проникнуть в трахею, где они и оседают; а частицы размером 10-30 мкм уже проникают в бронхи и бронхиолы. До альвеол доходят только частицы размером менее 5 мкм (Мосеикин, 2000).

Производство химических веществ в мире постоянно увеличивается. В настоящее время в базе данных Chemical Abstract Services имеется почти 8 млн. соединений, введенных в среду обитания человека. Из всего этого огромного количества, по крайней мере, 63 тысячи, часть из которых являются канцерогенами, находят широкое применение в различных сферах жизни и постоянно используются человеком.

Растительность и микроорганизмы являются прекрасными биоиндикаторами содержания токсикантов в компонентах окружающей среды. В сопоставлении с абиотическими индикаторами, растения и микроорганизмы, биосубстраты млекопитающих и человека суммируют действие всех без исключения биологически важных природных и техногенных факторов. В порядке возрастания усредненных концентраций металлы образовывали следующий ряд: Ni < Cd < Cr < Pb < Mn < Cu < As < Zn.

Возможность накопления некоторыми растениями определенных тяжелых металлов может быть использована для уменьшения загрязненности почв на больших территориях как промышленных, так и городских агломераций. Например, в горчице и маисе концентрируется селен, в редисе - молибден и селен, в растениях вида *Arabidopsis* - ртуть. По увеличению содержания тяжелых металлов овощи можно расположить в следующий ряд: картофель – морковь – свекла – огурцы – томаты – капуста - салат.

Стабильность химического состава живого организма является одним из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования. Соответственно, отклонения в содержании химических элементов, вызванные экологическими, профессиональными, климатогеографическими факторами, могут приводить к широкому спектру нарушений в состоянии биоты. Поэтому выявление и оценка отклонений в обмене макро- и микроэлементов, а также их коррекция являются перспективным на-

правлением экологической геологии, а также биологии, медицины и других наук.

В настоящее время выделены две группы микроэлементов - *эссенциальные*, которые являются незаменимыми нутриентами, и *токсичные*. К эссенциальным относятся: Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Se, Mo, J, Co. Кроме этих девяти элементов, еще 8 элементов относятся к условно эссенциальным: As, B, Br, F, Li, Ni, Si, V. При этом элементы считаются эссенциальными, если в их отсутствии или недостаточном поступлении организм перестает развиваться и расти, не может осуществить свой биологический цикл, в частности, не способен к репродукции. Введение недостающего элемента устраняет признаки его дефицита и возвращает организм к естественной жизнеспособности.

Вторую значительную группу элементов составляют токсичные микроэлементы. Если при гипомикроэлементозах – заболеваниях, вызываемых дефицитом эссенциальных микроэлементов, возникают болезни недостаточности, то при самых разнообразных формах контакта организмов с токсичными микроэлементами возникает синдром интоксикаций, т.е. проявление токсических реакций.

Современная классификация микроэлементов выглядит следующим образом:

По жизненной необходимости:

- эссенциальные: Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn;
- условно-эссенциальные: As, B, Br, F, Li, Ni, V, Si;
- токсичные: Al, Cd, Pb, Hg, Be, Ba, Vi, Tl;
- потенциально-токсичные: Ge, Au, In, Rb, Ag, Ti, Te, U, W,

Sn, Zr и др.

По иммуномодулирующему эффекту:

- необходимые (эссенциальные) для иммунной системы: Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn, Li;
- иммунотоксичные: Al, As, B, Ni, Cd, Pb, Hg, Be, Vi, Tl, Ge, Au, Sn и др.

Позиция многих микроэлементов в приведенной классификации не является устойчивой и, вероятно, в будущем классификация будет уточнена и расширена. К сожалению, она не учитывает, например, временной фактор экспозиции микроэлементов, кроме того, все микроэлементы, в том числе, B, Al, Sc, Pb, трансурановые элементы в микродозах являются эссенциальными. Однако классификация не отражает тот порог, в зависимости от

которого длительность экспозиции, нарастание дозы элемента, а также степень его взаимодействия с другими элементами приводят к трансформации эссенциальности в токсичность.

Сложность проблемы состоит еще и в том, что сами эссенциальные микроэлементы при определенных условиях могут вызывать токсические реакции, а отдельные токсические микроэлементы при определенной дозировке и экспозиции могут обнаруживать свойства эссенциальных, т.е. оказываться полезными и даже жизненно важными.

Элементы считаются синергистами, которые взаимно способствуют усвоению друг друга в живом организме, а также взаимодействуют в осуществлении какой-либо обменной функции на тканевом и клеточном уровне (Mertz, 1985; Kirchgessner, 1993)

Антагонистами можно считать элементы, которые тормозят абсорбцию друг друга, попадая в живой организм, а также оказывают противоположное влияние на какую-либо биохимическую функцию в организме. В отличие от синергизма, который чаще бывает взаимным, антагонизм может быть либо обоюдным, либо односторонним. Так, фосфор и магний, цинк и медь взаимно тормозят абсорбцию друг друга, а кальций ингибирует абсорбцию цинка и марганца (но не наоборот) (Passwater, Cranton, 1983; Kaim, Schwederski, 1995).

Дефицит жизненно-необходимых (эссенциальных) микроэлементов, избыток как эссенциальных, так и токсических элементов, а также дисбаланс макро- и микроэлементов, определяется понятием микроэлементоза, как патология живых организмов.

При этом наиболее распространенными гипомикроэлементозами являются цинк-, медь- и железodefицитное состояние. Низкий уровень Zn в волосах, признанный в качестве индикатора дефицита Zn, встречается в России в среднем у 20-40% детей, тогда как низкий уровень Fe и Cu - в 6-22% случаев (Скальный, 2000).

Таким образом, взаимосвязь в системе «эколого-геологическое пространство-растительность-животные-человек» представляется чрезвычайно многофакторной, сложной и для своего решения требует интеграции усилий как геологов, так специалистов в области биологии и медицины.

Эколого-геологическая характеристика природно-техногенного воздействия на компоненты окружающей среды в процессе недропользования. Современное состояние компонентов окружающей природной среды определяется результатом

проявления природных процессов (абиотических и биотических), а также антропогенных, определяемых развитием разнообразных отраслей промышленности и аграрно-промышленного комплекса.

Воздействие на эколого-геологическое пространство процессов *природного происхождения* определяет его эволюционное развитие и выступает причиной проявления, а именно, опасных геологических процессов, некоторые из которых могут иметь катастрофические последствия различного масштаба проявления.

Воздействие на эколого-геологическое пространство процессов *антропогенного генезиса* выступает причиной проявления опасных природно-техногенных, в том числе геологических процессов, многие из которых также могут грозить катастрофами вплоть до глобального масштаба проявления.

При этом под *загрязнением окружающей природной среды* понимают привнесение или возникновение новых, не характерных для этой среды физических, химических и биологических агентов, или превышение содержаний уже присутствующих агентов до значений выше естественного среднесуточного уровня. Иными словами, *загрязнение* - это все то, что не в том месте, не в то время и не в том количестве какое естественно для природной среды, и что выводит ее из состояния равновесия. Загрязнение может быть вызвано любым агентом даже самым чистым и безвредным для биоты и человека. Оно может возникать в результате естественных причин (природное загрязнение) и под влиянием хозяйственной деятельности человека (антропогенное загрязнение).

Под *источником* загрязнения понимается *природный* или *техногенный* объект, активизация или деятельность которого выводит окружающую природную среду из состояния равновесия и представляет для нее потенциальную опасность.

В качестве проявления опасных природно-техногенных процессов могут выступать потоки загрязняющих веществ, связанных с развитием таких отраслей промышленности как: горнодобывающей, строительных материалов, чёрной и цветной металлургии, машиностроительной, металлообрабатывающей, приборостроительной, транспортной, топливно-энергетической, коммунальной, оборонной, сельскохозяйственной и пр.

Наиболее технофильные элементы накапливаются в техногенных экосистемах, эти элементы «перекачиваются» человеком из земных недр на поверхность. В результате ландшафты обогащаются такими несвойственными им элементами, как свинец, олово, ртуть, мышьяк, сурьма и др. В техногенных экогеосистемах

возникают техногенные потоки элементов, которые могут вливаться в природные потоки.

Для характеристики количества элемента, переходящего из техногенного потока в природный, Н.Ф. Глазовский предложил понятие «техногенное геохимическое давление». Отношение этой величины к единице площади называется «модулем техногенного геохимического давления», (МТГД), который измеряется в $t / км^2$.

В этой связи представляется целесообразным выделение функциональных геохимических зон, формирующиеся в пределах воздействия промышленных и городских агломераций (Рис.1)

С целью получения достоверных данных о составе и особенностях загрязняющих их веществ в пределах городских и промышленных агломераций проводится опробование компонентов природной среды в рамках мониторинга.

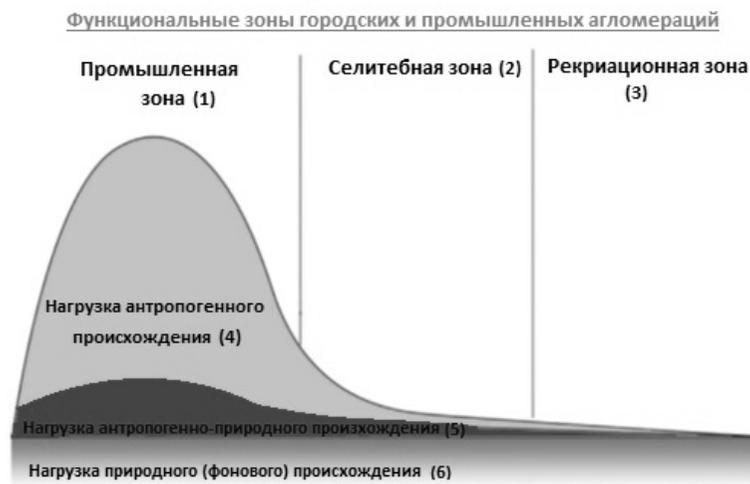


Рис.1. Выделение **функциональных геохимических зон**, формирующиеся в пределах воздействия промышленных и городских агломераций

Пояснение к рисунку: **Промышленная геохимическая зона (1)**, формирующаяся в пределах интенсивного антропогенного воздействия (содержание химических элементов при опробовании геолого-гидрогеологического разреза значительно выше фоновых значений и ПДК); **Селитебная геохимическая зона (2)**, формирующаяся за пределами зоны интенсивного антропогенного воздействия (содержание химических элементов при опробовании геолого-гидрогеологического разреза выше

фоновых значений, но в пределах ПДК); **Рекреационная геохимическая зона (3)**, формирующаяся за пределами зон антропогенного воздействия (1) и (2) (содержание химических элементов при опробовании геолого-гидрогеологического разреза выше фоновых значений, но ниже ПДК); Часть геолого-гидрогеологического разреза, где химические элементы формируются в пределах промышленной геохимической зоны (1) и определяются **антропогенным происхождением (4)**; Часть геолого-гидрогеологического разреза, где химические элементы формируются в пределах промышленной, рекреационной геохимических зон (1, 2, 3) и определяются **антропогенно-природным происхождением (5)**; Часть геолого-гидрогеологического разреза, где химические элементы формируются как в пределах промышленной, селитебной, рекреационной геохимических зон (1, 2, 3), так и за пределами их распространения, а также определяются **природным (фоновым) происхождением (6)**.

Методологические принципы организации эколого-геологического мониторинга окружающей среды. *Мониторинг окружающей среды*, (англ. *monitoring* от лат. *monitor* — *предостерегающий*), представляет собой долгосрочную систему регулярных наблюдений, оценки, контроля состояния и прогноза изменений компонентов окружающей среды, и является общенаучным методом исследования. В рамках мониторинга окружающей среды выделяют геологический, географический, биологический, экологический, социальный и др. Мониторинг широко применяется и в процессе эколого-геологических исследований и представляет собой систему регулярных длительных наблюдений в окружающей среде, дающая информацию о ее состоянии. На федеральном и региональном уровнях организация мониторинга возложена на соответствующие исполнительные органы и регламентируется соответствующими законодательными актами и постановлениями. Главными функциями мониторинга являются контроль состояния атмосферы, гидросферы, педосферы, биоты и ландшафтов в целом и определение основных источников их загрязнений. В связи с тем, что мониторинг за каждым из веществ нереален, он обычно ведется обобщенно за интегральным воздействием на окружающую среду и конкретные территории. По пространственному охвату мониторинг разделяется на фоновый (базовый), глобальный, региональный и импактный.

Фоновый (базовый) мониторинг — слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных техногенных воздействий. Осуществляется в основном на базе биосферных заповедников.

Глобальный мониторинг — слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях.

Региональный мониторинг — слежение за процессами и явлениями в пределах какого-либо региона, где эти процессы и явления могут отличаться по природным особенностям и техногенным воздействиям от фона, характерного для всей биосферы.

Импактный мониторинг — слежение за региональными и локальными техногенными воздействиями в особо опасных зонах и местах.

По методам ведения выделяются:

Дистанционный мониторинг — главным образом космический (с помощью космических средств наблюдения) и авиационный (с самолетов, вертолетов, воздушных шаров и других летательных аппаратов). В дистанционный мониторинг включают также слежение за средой с помощью приборов, установленных в труднодоступных местах (в горах, полярных районах и т. п.), и методов дальней передачи информации (по радио, проводам, через спутники и т. п.).

Стационарный мониторинг — посредством организации постов наблюдения с соответствующим приборным обеспечением.

Таким образом, система мониторинга должна охватывать как отдельные объекты и районы (*детальный и локальный мониторинг*), так и страны, и регионы (*национальный и региональный мониторинг*), а также биосферу в целом (*глобальный мониторинг*). Для оценки переноса загрязнителей из одного региона в другой используется термин *трансграничный мониторинг окружающей среды*.

Главное условие эффективного мониторинга — достоверность и репрезентативность информации.

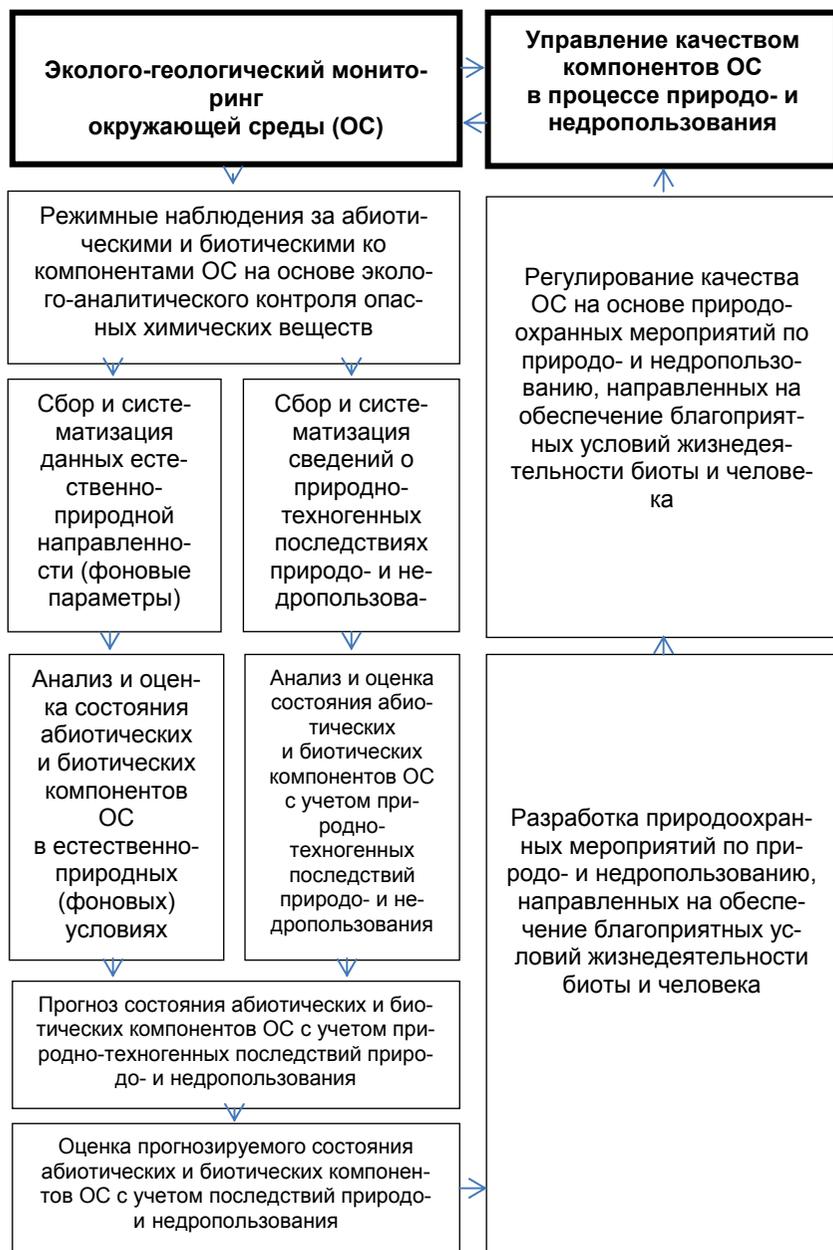
В качестве системы информационного обеспечения управления этими процессами, как было отмечено выше, выступает мониторинг окружающей среды и как его подсистема — *эколого-геологический мониторинг*, под которым понимается наблюдение, оценка и прогноз происходящих изменений в эколого-геологическом пространстве и составляющих его компонентах, а также экологическое обоснование превентивных, восстановительных мероприятий и управляющих решений (Трофимов и др., 1997; Куриленко В.В. и др., 2000).

Объектом исследования эколого-геологического мониторинга является система «эколого-геологическое пространство — биота — человек». Исходя из этого, эколого-геологический мониторинг

Экологический мониторинг			
По масштабам сбора информации			
Глобальный	Национальный	Региональный	Локальный
По масштабам ведения			
Дистанционный		Стационарный	
Космический	Авиационный	Полевой	
По объектам информации			
Геоэкологический		Социоэкологический	
Экобиологический	Экогеологический		
Экогеографический			
По методам ведения			
Биоэкологический	Геоэкологический	Социоэкологический	
Биологический	Биогеохимический	Медицинский	
Биохимический	Геофизический	Санитарногигиенич.	
Радиобиологический	Радиоэкологический	Психологический	
По методам анализа и обобщения информации			
Эколого-информационные системы			
Геоинформационная карта	Биоинформационная карта	Социоинформационная карта	
Геоэкологическая карта	Санитарно-гигиеническая карта	Социологическая карта	
Экогеологическая карта			
Радиоэкологическая карта	Радиоэкологическая карта		
Экологическая карта			

Рис. 2. Общий вид и структура экологического мониторинг

должен быть ориентирован как на сбор и систематизацию данных естественно-природной направленности, отражающих фоновые параметры окружающей среды, так и на получение сведений о природно-техногенных последствиях природо- и недропользования,



с целью разработки природоохранных мероприятий, направленных на обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности биоты и человека.

С практической точки зрения система мониторинга может быть ориентирована на выявление факторов и источников воздействия. Отсюда следует различать эколого-геологический мониторинг источников *опасных химических веществ* (ингредиентный мониторинг); *стационарных точечных* источников опасных химических веществ (шахта, скважина, заводские трубы, котельные и т.п.), *передвижных точечных* источников (транспорт) и *площадных* источников (*территория разрабатываемого месторождения и др.*). Иногда целесообразно создание специализированных подсистем эколого-геологического мониторинга для наблюдений за содержанием *опасных химических веществ* в живых организмах, за антропогенным загрязнением океана, полярных областей, водных объектов, атмосферы, почвы и пр.

Мониторинг окружающей среды и, в частности, эколого-геологический, обязательно включает, в качестве одной из своих подсистем, *эколого-аналитический контроль опасных химических веществ*, ориентированный на выявление, оценку и наблюдение за источниками и уровнями загрязнений компонентов окружающей среды объектами вредными веществами в результате природного и антропогенного воздействия (прямого, косвенного или катастрофического) на окружающую среду.

Таким образом, организация эколого-геологического мониторинга окружающей среды предполагает создание и реализацию системы наблюдений, контроля, оценки и прогноза природного и природно-техногенного воздействия на компоненты окружающей среды, в процессе природо- и недропользования, для целей использования при разработке природоохранных мероприятий, направленных на обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности биоты и человека

Основными *целями* программы мониторинга являются:

- определение уровней природного и природно-техногенного воздействия на компоненты окружающей среды и выявление потоков опасных химических веществ;

Рис. 3. Блок схема эколого-геологического мониторинга компонентов окружающей среды и управления их качеством с учетом природно-техногенных последствий природо- и недропользования

- оценка величин и скоростей распространения потоков опасных химических веществ, загрязнителей и продуктов их превращения;

- использование полученной информации для оценки и прогноза состояния абиотических и биотических компонентов окружающей среды;

- получение, обработка и хранение информации о современном состоянии окружающей среды для использования при разработке природоохранных мероприятий, направленных на обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности биоты и человека;

- обеспечение заинтересованных организаций и ведомств информацией о прогнозируемом состоянии окружающей среды при управлении качеством компонентов окружающей среды в процессе природо- и недропользования, с целью обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности биоты и человека.

Главными задачами мониторинга являются:

- проведение режимных наблюдений за абиотическими и биотическими компонентами окружающей среды на основе эколого-аналитического контроля опасных химических веществ

- сбор и систематизация данных естественно-природной направленности (фоновые параметры)

- сбор и систематизация сведений о природно-техногенных последствиях природо- и недропользования

- анализ и оценка состояния абиотических и биотических компонентов ОС с учетом естественно-природных (фоновых) условий, а также природно-техногенных последствий природо- и недропользования

- оценка и прогноз состояния абиотических и биотических компонентов ОС с учетом природно-техногенных последствий природо- и недропользования, для разработки природоохранных мероприятий, направленных на обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности биоты и человека;

- подготовка своевременной информацией о прогнозируемом состоянии окружающей среды для использования при управлении качеством компонентов окружающей среды в процессе природо- и недропользования, с целью обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности биоты и человека.

Отсюда, в рамках системы наблюдений, контроля, оценки и прогноза природного и природно-техногенного воздействия на

компоненты окружающей среды, в процессе природо- и недропользования, можно выделить, по крайней мере, три основные ее подсистемы.

Первая подсистема должна включать организацию комплекса экологических и эколого-геологических полевых и лабораторных работ, включая отбор проб и эколого-аналитические исследования воздуха, почв и грунтов, природных и подземных вод и донных отложений, а также, при необходимости, проб биосред.

Вторая подсистема должна быть реализована путем проведения комплексных режимных наблюдений за современным состоянием компонентов окружающей среды, как в пространстве, так и во времени, а также факторами воздействия, обусловленными природными и природно-техногенными процессами.

Третья подсистема должна представлять собой информационную систему экологически значимых данных, которые непрерывно (перманентно) поступают для хранения, анализа, оценки состояния окружающей среды и составления прогнозов, а также подготовки данных для разработки природоохранных мероприятий, направленных на обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности биоты и человека.

Отбор и подготовка к анализу проб при эколого-геологических исследованиях. В процедуре отбора проб для эколого-геологических исследований основным параметром является репрезентативность пробы, т.е. ее соответствие структуре и составу изучаемого объекта. Однако при определении опасных загрязняющих веществ, содержащихся в образце, часто приходится работать с неоднородными материалами, что усложняет как отбор проб, так и их анализ. В этом случае используют разделение пробы на более однородные части, что способствует повышению вероятности попадания определяемого компонента в образец. Для обеспечения контроля над однородностью проб применяется также отбор контрольных образцов. Следует иметь в виду, что ошибки, допущенные при отборе проб, могут исказить в дальнейшем результаты химического анализа.

При отборе проб **воздуха** чаще всего находят применение два основных способа отбора проб - **аспирационный** и **вакуумный**. Аспирационный способ основан на пропускании известного объема воздуха через поглотительную среду или трубку с сорбентом, которую после завершения отбора проб транспортируют в лабо-

раторию, где сконцентрированные примеси извлекают и анализируют подходящим методом. Этот способ применяют в основном при определении очень малых концентраций токсикантов. Если метод анализа позволяет ограничиться небольшим объемом воздуха, применяют быстрые способы отбора проб с помощью сосудов различной емкости, газовых пипеток, шприцов, заполнение которых осуществляют вакуумным способом.

При определении токсичных веществ устройство для отбора проб воздуха должно обеспечивать улавливание из воздуха низких концентраций загрязнителей в различных агрегатных состояниях - пары, аэрозоли, твердые частицы. Как правило, это аспиратор с автономным питанием (электрическая «воздуходувка»), позволяющий пропускать через поглотительную трубку от 0,1 до 20 л воздуха в минуту. В зависимости от поставленных задач поглотительные трубки заполняют различными сорбентами, в качестве которых применяют угли, силикагели, а также многочисленные полимерные сорбенты, позволяющие эффективно извлекать из воздуха определяемые соединения, а затем десорбировать их экстракцией каким-либо растворителем.

Для изготовления поглотительных трубок используют материалы, не сорбирующие химические вещества: тефлон, нержавеющую сталь, полированный алюминий, стекло, кварц. Конструкция такого устройства зависит от количества сорбента и метода десорбции поглощенного вещества. Наибольшее распространение получили прямые сорбционные трубки из стекла длиной 7 см с внешним диаметром 6 мм и внутренним 4 мм, имеющие две секции с сорбентом, разделенные полиуретановой перегородкой толщиной 2 мм (рис. 4).

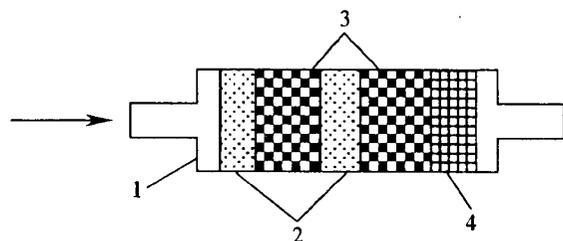


Рис. 4 Сорбционная трубка для отбора проб воздуха:
1 - стекло; 2 - пробки из пенополиуретана; 3 - сорбент,
4 - тампон из стекловолокна.

Для улавливания из воздуха высокодисперсных аэрозолей и твердых частиц применяют различные фильтрующие материалы: тонковолокнистое перхлорвиниловое волокно, ацетилцеллюлозу, полистирол, стекловолокно, пенополиуретан, мембранные фильтры из нитроцеллюлозы и полимеров, фильтры из ткани.

В настоящее время широкое развитие получил *пассивный отбор проб* []. В отличие от активного отбора проб, когда воздух с помощью аспиратора пропускают через трубку с сорбентом, поглощение вещества в условиях пассивного отбора проб происходит вследствие его диффузии в объем сорбента через мембрану. Пассивные пробоотборники не требуют аспираторов, малы по массе, экономичны и просты в работе. Чаще всего их применяют в качестве «химических дозиметров» при мониторинге токсичных веществ в воздухе рабочих зон. После накопления вещество из дозиметра экстрагируют подходящим растворителем и определяют его содержание в экстракте. Достоинство метода - высокая селективность, которая обеспечивается выбором мембраны, пропускающей в ловушку с сорбентом лишь целевые примеси.

К одному из наиболее часто применяемых способов отбора проб воздуха относится поглощение загрязнителей растворами (барботирование воздуха через жидкий поглотитель). Достоинства метода заключаются в возможности концентрирования различных веществ с высокой селективностью извлечения, которая определяется выбором соответствующего растворителя. Преимуществом данного способа является также то, что для последующего определения исследуемого вещества можно брать аликвотную часть раствора или паров над ним. К недостаткам абсорбционного отбора проб следует отнести невозможность получения представительной пробы при наличии в воздухе аэрозолей и твердых частиц, а также невысокие коэффициенты концентрирования.

С новой методологией извлечения и концентрирования токсичных примесей из воздуха связаны, так называемые *капиллярные ловушки*. Обычно они представляют собой короткие капилляры из кварца или стекла длиной от 5 до 100 см и диаметром 0,3-0,5 мм, внутренние стенки которых покрыты микрочастицами активного угля или других сорбентов. Воздух пропускают шприцем через капилляр и после термической десорбции анализируют методом газовой хроматографии с капиллярными колонками.

При определении общей массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу необходимо знать температуру газового потока и влажность уходящих газов. Часто проблемы возникают при отборе проб в условиях низких температур окружающей среды.

Более эффективно примеси токсичных веществ из загрязненного воздуха можно извлечь с помощью *криогенного концентрирования* [5]. Этот метод основан на вымораживании загрязнителей при температурах более низких, чем температуры их кипения. Отбор проб сводится к пропусканию воздуха через охлаждаемую ловушку с достаточно большой поверхностью (трубки со стекловатой и т.п.). В качестве хладагентов применяют жидкий азот или кислород, твердую углекислоту и др. Иногда ловушки заполняют сорбентом.

Процедуры и техника отбора проб *природных вод* (поверхностных и подземных) при определении опасных загрязняющих веществ, вследствие низкого их содержания, требует предварительного концентрирования, которое часто совмещают с отбором проб. Следует иметь в виду, что на состав пробы могут влиять глубина и расположение места ее отбора, температура воды, характер течения и многие другие факторы, которые необходимо учитывать при отборе проб.

Различают *разовый* отбор, при котором пробы воды берут в определенном месте (с поверхности реки, со дна водоема или на определенной глубине скважины), а также *периодический* отбор, когда пробы воды берут через определенные промежутки времени на определенных участках реки, водоема или же на различных глубинах скважины.

При этом можно получить простые или смешанные пробы. *Простая проба* характеризует состав воды в данный момент времени и в данном месте. Ее получают однократным отбором требуемого количества воды. *Смешанная проба* воды характеризует ее средний состав за определенный промежуток времени. Ее получают смешением простых проб, взятых одновременно в разных местах (усреднение по объему) или в одном и том же месте через определенные промежутки (усреднение по времени). Различают также *среднесуточную* и *среднепропорциональную* смешанные пробы. Среднесуточную пробу готовят смешением равных объемов проб, отобранных в течение суток. Среднепропорциональную пробу готовят из различных объемов проб, пропорциональных колебаниям расхода воды. Средняя проба тем точнее, чем меньше временной интервал между отборами отдельных проб.

В процессе эколого-геологического исследования водных экосистем отбор проб воды на общий химический анализ производится в прозрачную полиэтиленовую или стеклянную посуду. Одним из основных условий при взятии проб воды является чистота бутылок и пробок. Бутылки для отбора проб на полный химический анализ моются 1 %-ным раствором соляной кислоты или хлорной известью. Для обезжиривания используются разнообразные моющие средства. Сильнозагрязненные стеклянные бутылки моют и обезжиривают хромовой смесью (к 35 мл насыщенного водного раствора бихромата калия осторожно приливают, перемешивая, 1 л концентрированной серной кислоты; реактивы можно использовать технические). Полное обезжиривание достигается путем пропаривания посуды водяным паром. После этого бутылки тщательно ополаскиваются сначала водопроводной, а затем дистиллированной водой. Пробки, используемые при отборе проб, промываются 1 %-ным содовым раствором и ополаскиваются также водопроводной и дистиллированной водой. Перед непосредственным отбором пробы посуду необходимо 2–3 раза ополоснуть исследуемой водой.

Объем проб воды, необходимый для различных видов анализа, определяется следующим образом:

- для частичного (сокращенного) анализа, при котором определяются только главные компоненты химического состава (Na, Ca, Mg, K, Cl, SO₄, HCO₃ и CO₃) берут 1,0–1,5 л воды;
- для полного анализа (определения макрокомпонентов, второстепенных и некоторых из микрокомпонентов) отбирают 2–5 л воды (в зависимости от величины минерализации);
- для спектрального анализа объем пробы воды должен обеспечить получение не менее 60 мг сухого остатка после ее выпаривания. Обычно на спектральный анализ берут от 250 мл минерализованной воды до 1 л пресной;
- объем пробы для определения содержания тяжелых металлов (Mo, Zn, Cu) должен составлять 0,3–0,5 л, а для Pb порядка 0,8–1,0 л;
- для люминесцентного анализа отбирают объем пробы 0,25–0,3 л, а для колориметрического – 1 л.

Следует также иметь в виду, что количество воды, необходимое для определения тех или иных микрокомпонентов, может значительно колебаться в зависимости от применяемой методики анализа.

При необходимости отбора проб с определенной глубины водоема (скважины) используется цилиндрический пробоотборник, укрепленный на мерном тросе. На отдельном тросике укрепляется пробка, закрывающая пробоотборник. К его нижней части прикрепляется груз. В водоем на заданную глубину опускается пробоотборник в закрытом виде. Далее рывком за тросик вынимается пробка, после чего пробоотборник заполняется водой и извлекается на поверхность.

Для определения ряда химических элементов представляется важным, чтобы проба воды при взятии была защищена от соприкосновения с атмосферным воздухом. При отборе пробы непосредственно в пробоотборник следует избегать перемешивания воды с воздухом, выходящим из нее при погружении в воду. Этого можно достичь применением специальной насадки, которая представляет собой резиновую пробку с двумя стеклянными трубками, оканчивающимися соответственно у дна бутылки и у пробки. Пробоотборник, снабженный такой насадкой, наполняется водой равномерно без взмучивания.

При отборе проб с помощью пробоотборника воду обычно не переливают прямо в бутылку, а применяют для этого сифонную трубку (резиновый шланг), которую опускают до ее дна. После наполнения бутылки продолжают наливать воду через сифонную трубку еще некоторое время так, чтобы вода перетекала через ее края. Только после этого закрывают бутылку пробкой таким образом, чтобы в ней не оставались пузырьки воздуха. Если пробы отбирают глубинными приборами, то воду выпускают из них через резиновый шланг, надетый на выпускной кран и опущенный на дно бутылки. В этом случае вода должна также перетекать некоторое время через края бутылки.

Для полного предохранения пробы от соприкосновения с атмосферным воздухом ее следует отбирать так, чтобы она не соприкасалась даже с воздухом, находящимся в сосуде для пробы. При взятии проб при помощи стандартных глубинных пробоотборников (батометров) это условие соблюдается. Однако при взятии проб быстротекущей воды мелких водоемов или воды из фонтанирующих скважин нельзя использовать такие пробоотборники. Для этой цели пользуются горизонтальные пробоотборники, главная ось которых проходит горизонтально, или применяются различные комбинации сообщающихся сосудов. Принцип устройства таких сосудов состоит в том, что вода, наполнившая первую

бутылку, переливается через соединительную трубку в другую бутылку большего объема, погруженную вместе с первой под воду. Пока наполняется большая бутылка, содержимое первой смешивается несколько раз, и последующие порции с воздухом не соприкасаются. Первая бутылка может служить и непосредственно для хранения пробы.

Из слишком мелкого водоема пробы воды следует отбирать при помощи насоса. При этом с помощью одного из его шлангов выкачивают воздух из бутылки для пробы, а через другой всасывают отбираемую воду. При пользовании насосом надо следить за тем, чтобы не загрязнить пробу соприкосновением ее с деталями насоса. Следует иметь в виду, что в процессе всасывания воды в пробоотборник происходит потеря растворенных газов. По этой причине насосы применяются лишь в случае крайней необходимости.

После отбора проб и доставки водных проб в лабораторию они фильтруются с целью разделения растворенных и взвешенных форм химических элементов. Фильтрация производится через мембранные фильтры с диаметром 0,3–0,5 мкм на специальных воронках под вакуумом или под давлением инертного газа. Мембранные фильтры перед использованием кипятятся в 0,03–0,05%-ной соляной кислоте особой чистоты в течение 5–10 мин, а затем высушиваются при 60–70°C, после чего взвешиваются на аналитических весах и помещаются в эксикаторы для сохранения постоянной массы. Перед началом фильтрации проба воды тщательно перемешивается для усреднения в ней распределения взвесей. Данная процедура повторяется перед каждым наполнением воронки водой. Для последующих расчетов объем воды, пропускаемый через фильтр, фиксируется.

Следует также иметь в виду, что фильтрованию подвергается только часть отобранной пробы воды, а другая оставляется на сутки для отстаивания и получения определенного количества взвешенного материала (отстой). В дальнейшем отстой используется для изучения форм существования элементов, гранулометрического и минералогического анализов, а также для установления тех элементов, которые не могут быть определены на фильтрах из-за малого их содержания. После отстаивания вода сливается с помощью сифона. Отстой с небольшим количеством воды помещается в бюксы и досушивается в сушильных шкафах при температуре 50–60 °C.

Таким образом, после предварительной обработки водных проб получают: взвесь на фильтрах (после просушки сохраняется в чашках Петри); отстой или сепарированную взвесь (после просушки хранится в бюксах); фильтрат, представляющий собой воду, которая прошла через фильтры. Особенности подготовки к анализу твердого материала подробно рассмотрены ниже.

При длительном хранении в отобранных для анализа пробах воды могут произойти изменения в ее химическом составе, которые связаны с развитием различных микробиологических процессов, потери O_2 , CO_2 и других газов, наличием реакций окисления, способствующих выпадению в осадок некоторых элементов, и т. д. Следует также иметь в виду, что изменение условий при отборе и хранении проб природных вод может приводить к пересыщению жидкой фазы и образованию взвесей и коллоидов в пробах. Поэтому главное требование к пробе воды заключается в том, чтобы анализы на компоненты, которые не могут без существенных потерь в ней находиться, были проведены как можно быстрее. После осуществления консервации проб на химические элементы они могут определенное время сохраняться. В этой связи, если нельзя начать полный анализ отобранной воды через 12 ч, то ее следует консервировать [39]. Причем консервация природных вод химическими препаратами допустима только в том случае, если консервирующий препарат не препятствует выделению тех или иных компонентов и если определение невозможно провести непосредственно после отбора пробы. К сожалению, универсального метода консервации отобранных проб воды не существует. Так, для установления содержания некоторых компонентов, например, сульфидов, сульфитов, диоксида углерода, следует брать пробы в отдельные бутылки для каждого из этих определений. В то же время консервирование природных вод химическими реагентами допустимо только в том случае, если консервирующий реагент не препятствует определению тех или иных компонентов природных вод. Так, консервация воды на H_2S и *сульфиды* производится при помощи 4%-го раствора уксуснокислого кадмия, добавляемого из расчета 100 мл на 500 мл воды (или 1–2 мл 50 %-го раствора едкого натра), который связывает сульфиды в нерастворимый желтого цвета осадок $Cd(CH_3COO)_2$. Реакция идет по схеме: $H_2S + Cd(CH_3COO)_2 \rightarrow CdS + 2CH_3COOH$.

Консервация пробы производится таким образом: 100 мл раствора $Cd(CH_3COO)_2$ помещают в колбу, предназначенную для

консервации воды, колбу плотно закрывают пробкой и взвешивают. Затем воду из испытуемого водного объекта наливают в колбу с уксуснокислым кадмием, закрывают пробкой. Воду наливают до пробки, чтобы в сосуде по возможности не оставалось пузырьков воздуха. При анализе сернистый кадмий разлагают соляной кислотой и по количеству выделившегося сероводорода судят об общем содержании сульфидов в данной пробе воды.

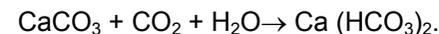
Во избежание изменения состава пробы при хранении, вследствие потери *углекислоты*, через воду пропускают ток CO_2 до ярко выраженной кислой реакции. При этом обеспечивается удержание в растворенной форме Ca, Mg и Fe. Консервация воды на CO_2 (суммарную) производится при помощи гидрата окиси бария, который связывает CO_2 , а также ионы HCO_3^- и CO_3^{2-} в виде нерастворимого $BaCO_3$. Реакция идет по схеме: $CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 + H_2O$.

Гидрат окиси бария добавляется в количестве 100 мл насыщенного раствора на 500 мл воды. Колбы, предназначенные для консервации CO_2 , предварительно подготавливаются: через них продувается в течение 3–5 мин воздух, прошедший через натронную известь для освобождения от CO_2 . Затем в колбу наливают 100 мл прозрачного насыщенного раствора едкого бария, закупоривают колбу пробкой и взвешивают.

В подготовленную бутылку наливают пробу воды из исследуемого водного объекта и закрывают пробкой.

При анализе карбонат бария разлагают кислотой и определяют суммарное количество связанной CO_2 в пробе. Зная содержания CO_3^{2-} и HCO_3^- в исследуемой воде (на основании других анализов), по разности находят CO_2 свободную.

Консервация воды на *агрессивную угольную кислоту* производится при помощи добавки химически чистого $CaCO_3$. Агрессивная угольная кислота способна растворять углекислый кальций по схеме []:



По изменению содержания иона HCO_3^- в пробе воды с $CaCO_3$ по сравнению с HCO_3^- в исходной воде вычисляют количество агрессивной CO_2 . Отбор пробы производится следующим образом: бутылка емкостью 0,25–0,5 л заполняется сифонным способом исследуемой водой. В бутылку прибавляют 2–3 г $CaCO_3$ и герметично закупоривают пробкой.

Консервация пробы на содержание железа производится в связи с тем, что железо нередко присутствует в водах в виде закисного, двухвалентного, которое окисляется кислородом воздуха и, благодаря гидролитическому разложению, выпадает из раствора. Консервация осуществляется при помощи или ацетатного буферного раствора (с величиной $\text{pH} = 4$), или серной кислоты и сернокислого аммония. Для вод с небольшим содержанием железа применяется обычно ацетатный буфер, добавляемый в количестве 3–5 мл на каждые 100 мл воды. При значительном содержании железа к воде для консервации прибавляют H_2SO_4 (1:1) и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (сухой) из расчета 5 мл серной кислоты и 0,5–0,75 г сернокислого аммония на 0,5 л исследуемой воды.

Консервация проб воды для определения форм азота, а также окисляемости производится при помощи серной кислоты, которая прибавляется для предохранения пробы от возможных в ней процессов разложения и окисления органических веществ. Серная кислота (1:1) добавляется из расчета 5 мл H_2SO_4 на 0,5 л воды.

Консервация воды на определение кремневой кислоты производится в том случае, если предполагается длительное хранение пробы (несколько месяцев) в стеклянных бутылках. Кремневая кислота при этом может поступать в воду в результате контакта со стеклянной поверхностью бутылок. Особенно интенсивным процесс растворения оказывается при хранении проб с ярко выраженной щелочной реакцией водной пробы. Для предохранения пробы рекомендуется внутреннюю стенку бутылки заливать тонким слоем парафина, который защитит воду от взаимодействия со стеклом.

Пробы для определения взвешенных веществ и сухого остатка консервируют, прибавляя к ним 2 мл хлороформа на каждый литр исследуемой воды. После прибавления хлороформа воде следует взболтать.

Пробы для анализа на Zn, Pb и Cu подкисляют спектрально проверенной на отсутствие металлов соляной кислотой из расчета 2 мл кислоты на 1 л воды. Для определения Mo и U берут отдельную пробу, не подкисляя ее HCl. Биохимические процессы можно замедлить, охладив пробу до 3–4 °С.

Для определения фенолов сточную воду подщелачивают, добавляя к ней 5 г едкой щелочи на каждый литр воды. Пробы, содержащие менее 0,05 мг/л фенолов, надо анализировать сразу.

При отборе проб на определение растворенного кислорода обычно используют полиэтиленовые либо стеклянные батометры, к крану которых должна быть прикреплена резиновая (полиэтиленовая) трубка длиной 20–25 см. Далее водой из отобранной пробы ополаскивают 2–3 раза специально подготовленную чистую калиброванную стеклянную бутылку объемом 100–200 мл. Наполнение этой бутылки осуществляется водой из батометра сифонным способом через резиновую трубку, опущенную до дна калиброванной бутылки. После наполнения калиброванной стеклянной бутылки до горлышка налив продолжают до тех пор, пока из нее не выльется вода, соприкасавшаяся с находившимся в бутылке воздухом, в количестве одного объема бутылки. Трубку вынимают из калиброванной бутылки, не прекращая тока воды из батометра. Сразу после заполнения калиброванной бутылки производят фиксацию кислорода. Для этой цели вводят в пробу с помощью пипеток 1 мл раствора соли марганца, 1 мл раствора иодида калия и, если в пробе воды содержатся нитриты, то в нее добавляется 1–2 капли раствора сульфаминовой кислоты. После закупорки пробы воды пробкой содержимое бутылки тщательно перемешивают и отстаивают не менее 10 мин. Проба с фиксированным кислородом может храниться в темном месте не более 1 суток.

Иногда отобранная природная вода может представлять собой двухфазную систему, типа суспензии или эмульсии. В этом случае твердую фазу отделяют либо с помощью отстаивания, либо центрифугирования. Перевод суспензии в гомогенное состояние может достигаться также механическим перемешиванием с применением мешалки. При этом гомогенизированная проба остается стабильной не более 10–15 мин. Хорошие результаты получаются при введении в пробу перед ее перемешиванием очень небольшого количества жидкого стекла – 100 мг SiO_2 в расчете на 1 л суспензии. Тогда смесь сохраняет однородность на протяжении до 2 ч.

Пробы, предназначенные для определения БПК, консервировать добавлением антисептиков нельзя. Из-за возможности протекания в них побочных биохимических процессов такие пробы следует хранить при 3–4 °С, а аналитические определения необходимо начинать как можно скорее после отбора воды.

При опробовании природных вод на бактериологический анализ необходимо тщательное соблюдение определенных правил отбора, которые обуславливают строго стерильные условия проведения опробования.

Методы микробиологического анализа воды распадаются на две группы: методы определения состава и количества микроорганизмов непосредственно под микроскопом и методы посева испытуемого образца на различные питательные среды. Вторая группа методов наиболее широко применяется и требует особенно тщательного отбора проб воды в строго стерильных условиях.

Посуда для взятия проб на микробиологический анализ предварительно подвергается стерилизации. Используются обычно небольшие бутылочки емкостью 200–250 мл. Они моются и ополаскиваются несколько раз дистиллированной водой, закрываются тампонами из стерилизованной ваты, заворачиваются в индивидуальные бумажные пакеты, а затем помещаются в сушильный шкаф на 1–2 ч при температуре 160 °С. После стерилизации бутылок в сушильном шкафу их хранят в защищенном от пыли месте в тех же бумажных пакетах. Отбор пробы в подготовленные описанным выше способом бутылки производят следующим образом: бутылка вынимается из бумажного пакета и горлышко ее открывается непосредственно у исследуемого водного объекта. Перед взятием пробы воды горлышко прожигается с внутренней и внешней сторон на спичке или спиртовке. Также слегка прожигается и ватный тампон, которым было закрыто горлышко бутылки. Затем бутылка быстро погружается под воду, наполняется и закрывается прожженным ватным тампоном, затем предварительно прокипяченной полиэтиленовой или резиновой пробкой, снабжается этикеткой, помещается в полиэтиленовый пакет и в таком виде транспортируется в лабораторию.

При опробовании водоемов на микробиологический анализ существенное значение имеет срок хранения отобранных проб, так как количество бактерий в пробах воды может быстро и сильно изменяться в сторону как увеличения, так и уменьшения. В связи с этим рекомендуется делать посевы исследуемых образцов на соответствующие питательные среды сразу после отбора пробы. В случае, когда ставится задача только качественного изучения бактериального населения воды, пробы воды могут без особого ущерба храниться до момента анализа 30–40 дней. Для предохранения воды от различных микробиологических реакций ее консервируют путем прибавления хлороформа из расчета 1 мл на 1 л воды. Отбранные пробы следует хранить при температуре не выше +1...+5 °С. Принципы консервации содержащихся в пробах воды компонентов детально рассматривается в учебном по-

соби: Куриленко В.В., Новикова Е.А., Осмоловская Н.Г. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем. /Под ред. В.В. Куриленко СПб. Изд-во СПбГУ. 2004, 480 с.

Как отмечалось выше, содержание *растворенного кислорода* в воде характеризует кислородный режим водоема и имеет важное значение для оценки экологического и санитарно-гигиенического состояния водоема. Кислород должен содержаться в воде в достаточном количестве, обеспечивая условия для дыхания гидробионтов. Он также необходим для самоочищения водоемов, так как участвует в процессах окисления органических и других примесей, разложения отмерших организмов. Снижение концентрации растворенного кислорода свидетельствует об изменении биологических процессов в водоеме, о загрязнении водоема интенсивно окисляющимися веществами (в первую очередь органическими).

В природных водах содержание растворенного кислорода может изменяться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. В эвтрофированных и сильно-загрязненных органическими соединениями водных объектах может иметь место значительный дефицит кислорода. При этом летняя температура воды в водоеме для сохранения жизни биоты не должна превышать более чем на 3 °С среднемесячные температуры самого жаркого месяца в году; значения рН должны сохраняться в пределах 6,5–8,5; сухой остаток не должен быть больше 1000 мг/л. Между тем снижение концентрации растворенного кислорода до 2 мг/л вызывает массовую гибель гидробионтов. ПДК растворенного в воде кислорода для рыбохозяйственных водоемов установлена 6 мг/л (для ценных пород рыбы) либо 4 мг/л (для остальных пород).

При определении растворенного кислорода в воде особо тщательно следует проводить отбор проб: необходимо избегать контакта воды с воздухом до перевода (фиксации) кислорода в нерастворимое соединение. В ходе анализа воды определяют концентрацию растворенного кислорода (мг/л) и степень насыщения воды кислородом (%) в отношении к равновесному содержанию при данных температуре и атмосферном давлении.

Определение концентрации растворенного кислорода в воде проводится методом йодометрического титрования, который основан на способности гидроксида марганца (II) окисляться в

щелочной среде до гидроксида марганца (IV), количественно связывая при этом кислород.

В кислой среде гидроксид марганца (IV) снова переходит в двухвалентное состояние, окисляя при этом эквивалентное связанному кислороду количество иодида. Выделившийся йод отитровывается раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала в количестве индикатора (метод йодометрического титрования).

Определение растворенного кислорода является частью анализа при определении *биохимического потребления кислорода* (БПК). БПК представляет собой количество кислорода (в мг), требуемое для окисления органических веществ, находящихся в 1 л воды, в результате протекающих за некоторый период в воде биохимических процессов (в аэробных условиях, без доступа света, при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Определение БПК основано на измерении концентрации растворенного в воде кислорода в пробе воды непосредственно после отбора и далее после инкубации пробы. Инкубацию пробы проводят без доступа воздуха в той же посуде, в которой определяется растворенный в воде кислород, в течение времени, необходимого для протекания реакции биохимического окисления. Так как скорость биохимической реакции зависит от температуры, инкубацию проводят в режиме постоянной температуры $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, причем от точности поддержания значения температуры зависит точность выполнения анализа на БПК. Обычно определяют БПК за 5 суток инкубации (БПК₅), однако содержание некоторых соединений более информативно характеризуется величиной БПК за 10 суток (БПК₁₀) или за 20 суток, который принимается за период полного окисления (БПК₂₀ = БПК_{полн}). Ориентировочно, БПК₅ принимается равным около 70 % БПК_{полн}, однако в зависимости от окисляющихся веществ его численные значения могут колебаться в пределах от 10 до 90 %. Погрешность в определении БПК может внести также освещенность пробы, влияющая на жизнедеятельность микроорганизмов и способная в некоторых случаях вызывать фотохимическое окисление. В связи с этим инкубацию пробы проводят без доступа света (в темном месте). Такая оценка производится по группе ряда биогеохимических параметров воды (содержанию растворенного кислорода, степени насыщения воды кислородом, БПК₅, БПК_{20(полн)}, перманганатной окисляемости, содержанию аммония, нитритов, нитратов и фосфатов и др.).

При определении загрязнения воды органическими веществами исходят из того, что для разрушения органических веществ массой 180 г требуется около 60 г кислорода при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 5 суток. Указанное количество кислорода, израсходованное микроорганизмами, используется в качестве пятисуточного биохимического потребления кислорода (БПК₅) и выражается обычно в микрограммах кислорода на 1 л сточных вод, например, для нефтепродуктов БПК₅ составляет 97–280 мг/л.

В то же время при высоком содержании в воде органические вещества для аэробного микробиологического разрушения при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ могут потребовать до 800 г и более кислорода. В этом случае БПК₅ в сильнозагрязненных водах определяют при помощи либо кислородного электрода, либо цветной реакции, либо манометрически по изменению объема воздуха над пробам природных вод. При этом воздух должен быть предварительно очищен от CO_2 с помощью раствора NaOH . Оценка уровня загрязненности по показателю БПК₅ не является полной, так как при таком анализе учитываются только биологически быстро разрушающиеся вещества и не принимаются во внимание вещества, разрушающиеся с трудом, а также неорганические соединения, входящие в состав загрязненных вод. Достаточно быстрое заключение о количестве окисляющихся веществ можно сделать, определяя *химическое потребление кислорода* (ХПК) в пробах природных вод. В простейшем случае пробу воды титруют раствором перманганата калия в кислой среде $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$.

При этом определяют не все органические соединения, поскольку некоторые из них, например, кетоны, окисляются с трудом. Полное окисление осуществляют бихроматом калия в сильнокислой среде $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$.

К недостаткам обоих указанных методов относится то, что одновременно окисляются различные органические и неорганические вещества, в связи с чем значения ХПК сложно сопоставить с БПК.

Для определения ингредиентов органического вещества в воде в настоящее время используются как методы непосредственного их анализа, так и методы с предварительным концентрированием органического вещества или его выделением из воды различными растворителями (хлороформом, спиртобензолом и др.).

Наибольшее распространение получило совместное хрома-

тографическое и масс-спектрометрическое изучение органических веществ. При изучении комплексных соединений, в том числе и связей элементов с органическими веществами, наиболее применимы методы экстракции и гельфильтрации. Экстракция используется для выявления и изучения соединений элементов с органическими веществами различного вида. Гельфильтрация или гельхроматография позволяет разделять элементы по молекулярной массе соединений, фракционировать органические вещества в зависимости от кислотно-щелочных состояний природных вод, определять размеры форм.

Опробование и подготовка к анализу образцов горных пород, почв и донных отложений при изучении водных объектов. Комплексное эколого-геологическое изучение водных экосистем предусматривает квалифицированный отбор образцов контактирующих с водой горных пород, почв и донных отложений, а также подготовку их к анализу.

Отбор проб почв проводят с учетом их структуры, неоднородности покрова, рельефа местности и климата, а также особенностей загрязнения на пробных площадках, закладываемых так, чтобы исключить искажение результатов анализа из-за влияния окружающей среды. При оценке общего загрязнения пробные площадки намечают по координатной сетке, указывая их номера и координаты. При локальном загрязнении для выбора пробных площадок применяют систему концентрических окружностей или профилей, расположенных на определенных расстояниях от источника загрязнения. В зависимости от целей размеры пробных площадок, количество и тип проб могут различаться. Обычно пробы отбирают с одной либо двух-трех площадок размером 25 м² каждая. С каждой из них отбирают по пять точечных проб по типу конверта (по углам и в центре). Поскольку почвы и грунты состоят из трех разных слоев, называемых горизонтами, отбор проводят на глубинах 0-20, 20-40 и 40-60 см, либо в соответствии с изменением их литологических разностей. Объединенная проба, состоящая из смеси проб, отобранных с разных горизонтов, должна иметь массу не менее 1 кг. Если обследуемый участок имеет различный рельеф, то объединенную пробу отбирают с каждого элемента рельефа.

Чаще всего пробы отбирают лопатой и помещают в мешочки из полиэтилена или ткани. Если требуется изучение миграции загрязнителей по глубине грунта или почвы, применяют спе-

циальные буры или перфораторы. Отобранные пробы нумеруют и регистрируют в журнале, указывая место, горизонт и глубину отбора, рельеф местности, тип грунта или почвы, вид загрязнения и дату отбора. Затем пробы, освобожденные от камней и корней растений, рассыпают равномерным слоем на ровной поверхности и высушивают при комнатной температуре (в темноте) до воздушно-сухого состояния, после чего просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм и упаковывают в пакеты из плотной бумаги. Пробы, предназначенные для анализа на содержание летучих веществ, помещают в стеклянные банки с притертыми пробками. Для хранения проб почв, загрязненных органическими загрязнителями, не следует использовать пластмассовые емкости. При необходимости в образцы добавляют консервирующие вещества, рекомендованные для каждой конкретной методики. Иногда пробы смешивают с безводным сульфатом натрия или другим инертным материалом.

Для определения влажности навеску пробы (15 - 50 г) помещают в химический стакан и доводят до постоянной массы. Гумусовые глинистые почвы с высокой влажностью высушивают при 105 ± 2 °С в течение 8 ч. Для песчаных образцов достаточно 3 ч. Загипсованные сушат 8 ч при 80 ± 2 °С. Влажность образца ω (в %) вычисляют по формуле:

$$\omega = 100 (m_1 - m_0) / (m_0 - m),$$

где m_1 - масса влажной почвы со стаканом; m_0 - масса высушенной почвы со стаканом; m - масса стакана.

Вычисление ω проводят с точностью ±0,1 %. При необходимости пересчета с сухой на абсолютно сухую почву гигроскопическую влажность определяют аналогичным образом.

Концентрацию определяемого вещества в почве (в %) вычисляют по формуле:

$$C = 100 a/b,$$

где, а - найденное количество вещества в пробе; b - масса пробы.

При пересчете на абсолютно сухую почву вводят коэффициент $K = 100/(100-\omega)$.

Если известна концентрация определяемого вещества в растворе пробы, его процентное содержание в почве можно найти из соотношения:

$$C = 100 C_n V_n / b,$$

где C_n - концентрация вещества в растворе пробы; V_n - объем раствора; b- масса пробы.

При отборе проб пыли с гладких, твердых и не сорбирующих поверхностей (глина, стекло, металл, лаковые покрытия и др.) применяют ватные тампоны, смоченные водой или органическим растворителем.

Донные отложения отбирают для определения характера, степени и глубины проникновения в них загрязнений, изучения закономерностей процессов самоочищения водоемов, выявления источников их вторичного загрязнения и учета воздействия антропогенных факторов на водные экосистемы. Проба должна представлять водный объект или часть его за определенный промежуток времени. В водоемах и реках точки отбора проб выбирают с учетом распределения донных отложений и их перемещения. В частности, отбор проб обязателен в местах максимального накопления донных отложений (места сброса сточных вод и впадения боковых притоков, приплотинные участки водохранилищ), а также в местах, где обмен загрязняющими веществами между водой и донными отложениями наиболее интенсивен. При оценке влияния сточных вод на степень загрязнения донных отложений и динамики накопления загрязняющих веществ пробы отбирают выше и ниже мест сброса в характерные периоды гидрологических режимов водных объектов.

Для оценки сезонного поступления загрязнения и их поверхностного распределения в донных отложениях пробы отбирают из верхнего слоя, а при изучении распределения загрязнителей по годам донные отложения отбирают послойно. При этом пробы, отобранные на разных горизонтах, помещают в отдельную посуду. В некоторых случаях может быть взята объединенная проба. Применяют следующие ручные и механические пробоотборники: дночерпатели, драги, стратиметры, трубки различной конструкции. Последние обеспечивают отбор проб с сохранением вертикального распределения загрязнителей в донных отложениях.

Отобранные пробы хранят в охлажденном или замороженном состоянии (до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Сосуды для хранения проб должны быть из химически стойкого стекла или полиэтилена, полученного при высоком давлении, с герметически закрывающимися крышками. Перед отбором проб сосуды тщательно моют и сушат. При необходимости к пробам добавляют консервирующие вещества.

Отбор образцов горных пород, донных отложений и почв производится из естественных обнажений и различных горных

выработок (скважин, шурфов, почвенных разрезов и др.) как в пределах исследуемого водного объекта, так и в примыкающих к нему территориях. Различают точечный и бороздовый способы отбора образцов. При точечном отборе образцы необходимого веса берутся из определенной точки, причем пробы из обнажения рекомендуется брать с глубины не менее 10–15 см. При бороздовом способе пробы отбираются из каждой литологической разности (от кровли до ее подошвы) при помощи борозды. Порода со всей борозды тщательно перемешивается, а затем с помощью квартования отбирается средняя проба ее весом 250–300 г. Бороздовый способ дает возможность получить представление о среднем содержании водорастворимых форм химических элементов в пределах данной литологической разности.

Для отбора образцов донных отложений крупных водных объектов используются приборы нескольких типов. Простейшим из них является дночерпатель, который представляет собой металлический короб размером 0.2x0.2x0.4 м. Две (или одна) створки закрывают его снизу с помощью пружинного механизма. Дночерпатель опускают на дно вручную или с помощью лебедки с максимально возможной скоростью для того, чтобы он смог как можно глубже погрузиться в грунт. После этого по тросу сбрасывается посыльный груз, под воздействием которого приводится в действие пружинный механизм, закрывающий дно прибора.

Лучше всего дночерпатели работают на мягких илах, доставляя на поверхность значительные монолиты донных осадков с ненарушенной структурой. На песчаных и, галечниковых грунтах дночерпатели иногда доставляют пробы с нарушенной структурой и часто малого объема, так как в механизм дночерпателя может попасть песок, галька или техногенный предмет, что не дает створкам возможности плотно сомкнуться. В результате этого тонкозернистый материал при подъеме вымывается. Для работы на песках и более грубых грунтах удобны ковшовые дночерпатели с площадью захвата 0.1, 0.25 и 0.01 м².

Более сложно устроены стратометры, из которых наиболее известен ударный стратометр Б. В. Перфильева. Он состоит из основной внутренней рамы, ударной наружной рамы с грузами и набора трубок длиной от 50 до 100 см и диаметром 20–30 мм. Стратометр медленно опускают на тросе. После того как он коснулся дна (определяется по ослаблению троса), стратометр начинают ритмично подтягивать вверх и резко отпустить трос, в резуль-

тате чего прикрепленная к нему внешняя рама с грузами, скользя по внутренней раме, забивает стратометрическую трубку в грунт. После этого стратометр поднимают на поверхность, отсоединяют трубку и шомполом выталкивают из нее монолит грунта. С помощью стратометра отбирают пробы грунта со сравнительно небольших глубин; прибор хорошо работает на плотных глинах и смешанных грунтах алеврит-песчаного состава.

Стратометр отличается легкостью, компактностью, имеет набор сменных трубок. К сожалению, осадки в стратометрической трубке обычно сжимаются за счет механического воздействия шомпола. В тех случаях, когда необходимо взять образцы из толщи донных отложений мощностью несколько метров, применяются грунтовые трубки, спускаемые на тросе, или буры, снабженные штангами. При этом они должны быть легкими и простыми, а также обеспечивать возможность взятия ненарушенных образцов сильнообводненных пород. Так, например, бур может состоять из желонки в форме продольно усеченного цилиндра, ножа, подрезающего керн и одновременно служащего крышкой желонки, фиксатора и набора.

Принцип работы заключается в последовательном отборе метровых кернов по всей толще. Бур с открытой желонкой опускается на необходимую глубину (согласно разметке на штангах), поворотом штанг вокруг оси освобождается замок крышки желонки (ножа), что позволяет дополнительным нажатием закрыть ее. Данная конструкция бура отличается большим объемом образца (длина 1 м при площади сечения 22 см²), а также возможностью получения образцов с ненарушенной слоистостью, что вызвано минимальным перемещением кернозаборной части относительно отложений. Буром удается вынимать керн длиной до 10 м и более. Существенными его недостатками являются ограниченное использование на глубинах более 5 м и неудовлетворительное качество образцов жидкого поверхностного слоя, если его мощность превышает 1 м.

При больших глубинах озер применяются грунтовые трубки, которые опускаются на дно на тросе. Они состоят из следующих основных частей: труба, чаще всего из органического стекла или металла, цельная или секционная; механизм, позволяющий удерживать керн в трубке при подъеме; механизм, обеспечивающий переход прибора в рабочее положение (автоматический или полуавтоматический); балласт. Использование для внедрения в

грунт ударной силы груза дает возможность получить керны длиной до нескольких метров, но без гарантии целостности поверхностных слоев.

На кафедре экологической геологии СПбГУ для отбора образцов на геохимический и биогеохимический анализы используется конструкция поршневой трубки, позволяющая отбирать ненарушенный слой неконсолидированных осадков с придонным слоем воды общей мощностью до 1 м. Пробоотборник состоит из металлической трубки, поршня, механизма, фиксирующего трубку в рабочем положении и штанг, а также балласта в случае необходимости. Прибор опускается на необходимую глубину, и трубка вдавливаются в грунт за счет усилия, передаваемого через штанги или веса балласта. При подъеме на поверхность керн в трубке удерживается разреженным давлением.

Для оценки водной и иловой толщ на контакте вода–ил, а также ряда биологических анализов удобны грунтовые трубки, гарантирующие отбор необходимого объема образца. Конструкции таких приборов весьма разнообразны и многочисленны. В тех случаях, когда необходимо изучить донные отложения большой мощности, проводится бурение скважин с помощью методов, обычно применяемых при геологических исследованиях. Бурение можно проводить летом с платформы (плота) или в зимнее время с ледовой поверхности водоема, а также на островах и берегах водного объекта.

При отборе проб **растительных материалов** предполагают, что большинство загрязнителей оседает на поверхности растений и находится там в подвижной форме. Частицы пыли или почвы, содержащие загрязнители, прилипают прежде всего к листьям и стеблям, покрытым воскообразным веществом. Поэтому рекомендуется отбирать растения, не подвергавшиеся химической обработке. Целые растения или их части следует отбирать в поле. В этом случае представительность проб определяется правильностью выбора индикаторных растений и мест отбора. Вещества, которые мигрируют в растения из почвы, могут прочно связываться с тканями растений. Для их выделения из образца применяются специальные методы. В некоторых методиках эта стадия предшествует непосредственно анализу.

При отборе образцов мелких растений следует брать их полностью. Из точечных проб составляют объединенную пробу

массой 1-1,5 кг. Для определения истинных содержаний загрязнителей в ткани растений их необходимо тщательно промыть водой.

В отличие от проб природных объектов, к пробам **биологического происхождения** предъявляются особые требования. Важно, чтобы проба была репрезентативной для живого организма в целом.

С целью сохранения тканей в условиях, гарантирующих постоянство состава в отношении определяемых загрязнителей, пробу обычно сразу же замораживают и сохраняют при низкой температуре (до -180°C). Применяют и другие методы консервации, например, в формалине. Иногда ткани перед замораживанием гомогенизируют. Замороженные образцы хорошо сохраняются длительный период и могут находиться в таком состоянии многие годы.

В большинстве методик отбора проб биологических материалов в качестве индикаторных для оценки загрязнения природной среды рекомендуются следующие виды: хищные млекопитающие - волк, лисица, песец, соболь, белый медведь; рыбы - щука, окунь, судак; двустворчатые моллюски - перловицы, беззубки. При обнаружении в них повышенных концентраций загрязнителей отбирают пробы тканей других животных. Обычно пробы тканей млекопитающих отбирают в зимний период. От свежей туши крупного животного (волка, лисицы и др.) отрезают кусок мышечной ткани (100 г) и жира (50 г), а от небольшого хищника (соболя, куницы и др.) - нижнюю половину туши без хвоста. Еще более мелкие особи (до 300 г) берут для пробы целиком. В один сезон достаточно отобрать биологический материал от 5-7 особей одного вида. Образцы хранят в замороженном состоянии.

Для отбора проб тканей рыб их вылавливают в летний период. Отбирают 5 экземпляров взрослых половозрелых щук или окуней (если этих видов нет, то других хищников, обитающих в водоеме). Для определения возраста измеряют длину рыб и снимают чешую, которую упаковывают отдельно. Отбирают пробы мышц с боков и хвоста рыбы, а также икру или молоки. Навеску пробы (около 100 г) заворачивают в фольгу и помещают в стеклянную банку. Образцы хранят и транспортируют в замороженном состоянии. Иногда для контроля за содержанием загрязнителей в воде в местах сброса сточных вод вылавливают придонных рыб (каarp, лещ).

Моллюски собирают из расположенных в исследуемом районе водоемов: водохранилищ, прудов, озер, ручьев, рек. Проба должна содержать особи одного вида: 5-8 экземпляров половоз-

релых моллюсков общей массой без раковин не менее 50 г. Отобранных моллюсков помещают на фильтровальную бумагу и после удаления раковин заворачивают в фольгу или бумагу (недопустимо применение полиэтиленовых пакетов). Если обследуют один водоем, то пробы отбирают с пяти участков, расположенных в разных местах водоема. Желательно также отбирать моллюсков в местах сброса сточных вод и вблизи источников загрязнения.

Литолого-минералогические исследования образцов горных пород, почв и донных отложений. После отбора керна и его описания колонка разделяется на отрезки длиной от 1 до 10 см. Из каждого отрезка отбирается сырой образец на гранулометрический и минералогический анализы (в полиэтиленовые мешочки или банки). Для химического анализа образцы проб перемешиваются для придания однородности и просушиваются до воздушно-сухой массы. После просушки и удаления из образца органических и минеральных включений его растирают в фарфоровых ступках; часть порошка растирается в агатовой ступке для спектрального анализа. Не подвергаются просушке лишь образцы, предназначенные для получения быстро меняющихся показателей, таких, как содержание нитратов, биологическая активность и других микро- и макроостатков, которые определяются во влажных (сырых) образцах.

Гранулометрический анализ – один из методов изучения образцов горных пород, почв и донных осадков. Знание гранулометрического состава необходимо при использовании классификаций терригенных осадков, например, классификации Н.М. Страхова (1954), согласно которой терригенные осадки с примесью CaCO_3 , аутигенного кремнезема и органического вещества, взятых порознь, составляют меньше 10 %, являются при медиане, равной 0,1 мм, песками, при ее значении от 0,1 до 0,05 мм – крупноалевритовыми илами, при 0,05–0,01 мм – мелкоалевритовыми илами, а менее 0,01 мм – глинистыми илами.

Следует отметить, что пробы современных терригенных осадков рекомендуется подвергать гранулометрическому анализу без потери ими естественной влажности, т. е. сразу же после отбора образцов без предварительного их высушивания. Это вызвано тем, что при высушении проб нередко происходит образование агрегатов за счет выпадения из поровых растворов солей, концентрации электролитов до порога коагуляции и цементации

частиц коллоидами, которые полностью не дезинтегрируются при гранулометрическом анализе. В этом случае навеску пробы для анализа рекомендуется хорошо перемешивать и брать 130–140 г. Одновременно из той же пробы берется еще около 30 г осадка для определения содержания сухого вещества в пробе путем высушивания при 105 °С и повторного взвешивания.

При изучении осадков из водоемов повышенной минерализации производится предварительная подготовка материала взятой навески. Среди механических способов выделяют намачивание его в воде, легкое растирание, кипячение, взбалтывание с помощью специальных приборов или ультразвуковой обработки. В качестве химических способов используют разнообразные методы обработки осадка, например, насыщенным раствором пирофосфата натрия, аммиаком концентрации 1, 10, 25 %, двудецинормальным раствором триполи-фосфата натрия, 1%-ным раствором карбоната натрия, 2–5%-ным раствором соляной кислоты, уксусной кислотой и другими реагентами. Удаление из образцов органического вещества осуществляется путем их прокаливании.

При значительной примеси карбонатного материала нужно удалить и определить сначала его содержание, а затем уже органического. Это производится путем воздействия на навеску слабым (2–5%-ным) раствором соляной кислоты, которую добавляют небольшими порциями до прекращения выделения пузырьков газа. Затем материал переводят на фильтр и промывают водой. После высушивания материал взвешивают, разность между первоначальной навеской и этим весом соответствует содержанию карбонатной примеси.

Для гранулометрического анализа разнозернистого материала (породы осадка или вещества, оставшегося после удаления карбонатной примеси и органической составляющей), состоящего не только из песчаных, но и алевритовых и глинистых частиц, обычно применяется комбинированный метод. Его суть заключается в предварительном отмучивании частиц размером менее 0,01 мм, а иногда и 0,01–0,05 мм (если в наборе сит, затем используемом для отсева, нет сита с ячейками в 0,05 мм). Такое отмучивание производится путем многократного сливания через сифон верхнего слоя воды через определенное время после взбалтывания. Высота сливаемого столба воды и время сливания определяются исходя из того, что частицы диаметром менее 0,01 мм оседают на 1 см примерно за 110 с, а размером 0,05 мм –

на 1 см за 5 с. Вода, сливаемая с частицами размером 0,01–0,05 мм, собирается в отдельный сосуд. Отделение соответствующих частиц заканчивается, когда после взмучивания ко времени слива в сливаемом столбе воды не будет видно взвешенных частиц. После этого оставшийся на дне сосуда материал высушивается, взвешивается и подвергается рассеву на ситах. Также высушиваются и взвешиваются частицы размером 0,01–0,05 мм, если производилось их отделение [29].

При значительном содержании в образце пелитовых частиц и при желании выяснить их гранулометрический состав суспензию, содержащую частицы диаметром меньше 0,01 мм, не сливают, а собирают в большой сосуд. После перевода в него всей суспензии объем ее доводят до целого числа литров, тщательно перемешивают, и часть суспензии (обычно один литр) переводят в стеклянный цилиндр высотой не менее 40 см для проведения анализа методом пипетки. В этом случае суспензию тщательно взмучивают и затем пипеткой объемом 20 или 25 см³ отбирают пробы с глубины 10 см от поверхности суспензии для определения содержания частиц диаметром менее 0,05 мм через 45 с, диаметром меньше 0,01 мм – через 18 мин 10 с, диаметром менее 0,005 мм – через 6 ч. Для определения содержания частиц диаметром менее 0,001 мм пробу берут через 24 ч. Взятые пробы высушивают, взвешивают и затем рассчитывают содержание каждой фракции. Пипеточный метод используют и для собственно глинистых пород. В этом случае для анализа обычно берут навеску в 10 г, которую взвешивают на аналитических весах, заливают дистиллированной водой и оставляют до размокания. После растирания пробы резиновым пестиком суспензию переводят в цилиндр для анализа и доводят ее объем до 1 л. Далее анализ проводится так же, как и для неотсортированной породы.

Для гранулометрического анализа применяются наборы сит с различными диаметрами отверстий. Стандартные наборы сит (почвенные сита) обычно изготавливаются с диаметрами отверстий, соответствующими десятичной системе классификации: 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 10,0 мм. Для более детальных исследований могут использоваться и другие наборы сит.

Для просеивания проб сита собирают в колонну, в которой снизу-вверх последовательно увеличивается размер отверстий сеток. Колонна сверху закрывается крышкой, а снизу поддоном. Просеивание образцов производится вручную или же на спе-

циальных вибрационных установках. После этого материал, оставшийся на каждом сите, взвешивается и собирается в отдельные пакетики. Далее производится расчет процентного содержания каждой фракции от общего веса первоначальной навески.

Гранулометрический анализ сцементированных пород производится в шлифах с помощью окуляр-микрометра. Необходимо помнить, что при гранулометрическом анализе в шлифах измеряются не истинные размеры зерен, а их срезы, рассекающие зерна самым различным образом. Для пересчета гранулометрического состава, замеренного в шлифах, на истинный существуют различные переводные коэффициенты.

Результаты гранулометрического анализа представляются графически в виде гистограмм, кривых распределения, кумулятивных кривых, треугольных диаграмм или в цифровом выражении в виде гранулометрических коэффициентов (медианного диаметра, сортировки зерен, асимметрии и т. п.). Данные для подсчета значений медианного диаметра, сортировки, асимметрии снимаются с кумулятивных кривых.

Результаты гранулометрических анализов используются для выявления закономерностей изменения гранулометрических характеристик донных осадков и оценки их сорбционных свойств по площади и разрезу водоемов с целью изучения особенностей формирования и прогноза развития биогеохимических параметров водных экосистем.

Минералогический анализ включает в себя ряд самостоятельных методов исследований, направленных на изучение разных компонентов донных осадков. Минеральный состав породы или высушенного осадка обычно изучается в шлифах, что дает возможность получить сведения не только о составе породообразующих компонентов, последовательности их образования, вторичных преобразованиях, но и о структурных и текстурных особенностях породы в целом. Однако при изучении шлифов не всегда возможно точно определить все минералы. Как правило, не определяются глинистые минералы, не могут быть выяснены состав и количественные соотношения тяжелых (акцессорных) обломочных и аутигенных минералов. Кроме того, поскольку минеральный состав обломочных компонентов разного размера обычно неодинаков, следует изучать не только породу в целом, но и каждую ее фракцию. Характеристика минерального состава обломочных компонентов представляет собой продолжение изуче-

ния их гранулометрического состава, поскольку для него используется материал, выделенный при гранулометрических анализах.

В зависимости от целей исследований выбор размерной фракции может быть различным. Для выбора наиболее представительной фракции можно рассмотреть ряд образцов. Так, при изучении тяжелых минералов наиболее удобна фракция 0,10–0,125 мм. В ней спектр минералов мало отличается от набора в породе в целом, а диагностика под бинокулярной лупой и в иммерсии под микроскопом производится наиболее легко.

Изучение акцессорных минералов обычно осуществляется в иммерсионных препаратах. При этом небольшая часть тяжелой фракции насыпается на предметное стекло, предварительно покрытое тонкой пленкой желатина, и покрывается покровным стеклом. Под покровное стекло вводится капля иммерсионной жидкости (обычно с показателем преломления 1,637–1,640), в которой минералы изучаются под поляризационным микроскопом, и подсчитывается не менее 400–500 зерен. Оценка содержания легких минералов ведется в иммерсионной жидкости с показателем преломлений 1,540–1,542, с подсчетом до 200 зерен. Процентное содержание обломочных и аутигенных минералов рассчитывается отдельно.

При изучении минералов по колонкам и разрезам отложенных результаты определений принято выражать в виде не только таблиц, но и литограмм, строящихся сбоку от литологических колонок. На литограммах могут указываться как процентные содержания отдельных минералов, так и отношения их; приводится и выход тяжелой фракции. Эти данные позволяют объективно судить об изменениях минерального состава в пространственно-временных координатах.

Особо важную информацию дает изучение аутигенных минералов, с помощью которых можно судить о геохимических условиях формирования осадков и пород, а нередко о химических особенностях водоемов осадконакопления. Методы изучения глинистых минералов осадков и осадочных пород значительно отличаются от рассмотренных выше. Предварительные определения валового минерального состава глинистых осадков и пород или глинистых минералов в пелитовой фракции могут быть произведены с помощью методов окрашивания. Широко используются также методы термического (дифференциально-термического) анализа. Такой анализ позволяет определять не только состав глинистых минералов в тонкопелитовой, но и в пелитовой фракциях и

даже в глинистой породе в целом, дает информацию и о составе и количестве примеси карбонатного материала и органического вещества. В случае же значительного содержания этих примесей их следует удалять из пробы, чтобы они не затушевывали реакции, характерные для глинистых минералов.

Более точная диагностика глинистых минералов получается при применении рентгеновских и электронографических методов исследований, которые обычно выполняются для фракции размером менее 0,001 мм. Очень ценным при изучении глинистых минералов является использование электронно-микроскопического метода, поскольку он дает возможность получить сведения о размере, форме, степени окристаллизованности глинистых минералов.

Глинистые минералы могут быть трех генетических типов – обломочные, трансформированные и новообразованные. Соответственно глинистые минералы обломочного генезиса дают информацию о составе размывавшихся пород во время накопления осадков. Распространение же глинистых трансформированных и новообразованных минералов в породах указывает на особенности среды, позволяет делать заключения о климатических обстановках прошлого. Так, широкое распространение аутигенного каолинита служит показателем гумидного климата и кислой среды осадконакопления, а монтмориллонита, палыгорскита и сепиолита – аридного и щелочных обстановок породообразования.

Основные представления о составе вещества, образующего донные осадки, дают результаты общего валового анализа с определением главных осадкообразующих элементов – SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , потери при прокаливании (ППП), CO_2 , $C_{\text{орг}}$. Анализ выполняется методами, разработанными для осадочных силикатных пород и почв.

Результаты химического анализа минеральной части образца обычно выражают в процентном содержании окислов на абсолютно сухое вещество, что позволяет контролировать их простым суммированием, так как общее содержание химических компонентов, выраженных в такой форме, должно быть равным 100 %. В некоторых случаях целесообразно проводить пересчеты на бескарбонатную, беззольную или прокаленную навеску. Для изучения темпов седиментации отдельных компонентов результаты химического анализа выражают в весовом содержании в единице объема (г/см^3).

Кластогенное вещество осадков пресноводных водных экосистем характеризуют содержание SiO_2 , Al_2O_3 , в значительной степени MgO , Fe_2O_3 и щелочных металлов. Общая динамика терригенной составляющей хорошо отражается величиной зольности или разностью (100 % – ППП). Кривая распределения зольности при тщательном (через 5–10 см) отборе образцов надежно отображает изменение по разрезу доли минеральной (и органической) части осадка.

Некоторые представления о динамике состава и дисперсности кластогенного материала выражают парные отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$ и суммы щелочных к щелочноземельным элементам. Эти показатели отражают состав пород водосбора и влияние процессов гидродинамической дифференциации.

Карбонатное вещество является также основным компонентом химического состава осадков гумидной зоны, формирующихся в среде пресноводных бассейнов.

Оценка количества карбонатного вещества (в пересчете на двуокись углерода) проводится с помощью методик Щербины и Кноппа–Фрезейниуса [39]. Карбонатность осадков часто оценивают также по содержанию кальция (CaO). Такая оценка возможна потому, что карбонатное вещество состоит преимущественно из кальцита. В суммарное значение CaO входит кальцит биогенный, сорбированный (ионообменный) и терригенный (кальцит и доломит). В отдельных случаях обнаруживаются карбонат марганца (родохрозит) и сидерит.

Присутствие карбонатного вещества свидетельствует о существовании олиготрофно-мезотрофной стадии развития водоема и щелочной активной реакции среды ($\text{pH}>8$); прекращение карбонатакопления может говорить об усилении процесса эвтрофирования (увеличение органического вещества в осадках), смещении карбонатного равновесия, подкислении среды (в результате заболачивания, притока гумусового органического вещества и других причин).

Органическое вещество является важнейшим компонентом седиментации в водных объектах. Обладая восстановительными свойствами и создавая определенную среду при диагенезе, органическое вещество способствует миграции химических элементов, их переходу из одних форм в другие, трансформируется само, что также может служить показателем условий осадкообразования.

Как показали специальные исследования, общая оценка суммарного органического вещества может быть получена путем прокаливания образца при температуре 800 °С и вычитания из величины *потери при прокаливании* карбонатной двуокиси углерода. Содержание органического вещества оценивают также расчетным способом по концентрации $C_{\text{орг}}$, который определяют на СНН-анализаторе или химико-аналитическими методами.

Увеличение доли органического вещества в разрезах отложений соответствует развитию процесса эвтрофирования водоемов. Форма кривых распределения органического вещества позволяет выделять периоды улучшения климатических условий, а при совместном рассмотрении динамики кластогенного и карбонатного вещества судить о характере осадконакопления в отдельные временные интервалы.

Методологические аспекты изучения состава органического вещества донных отложений разработаны недостаточно. Наиболее часто органическое вещество характеризуют по группам соединений, последовательно выделяя битумоиды, легкогидролизуемые (в 2%-ной кислоте) водно-растворимые, гуминовые, трудногидролизуемые вещества и нерастворимый остаток. Снижение роли легкогидролизуемых веществ обычно сопровождается увеличением содержания гуминовых и фульвокислот. Для определения органических соединений применяются хроматография и масс-спектрометрия.

Представляет интерес также элементный состав органического вещества. Отношение С / N закономерно возрастает с глубиной залежи, широко колеблется в различных водных макрофитах (20–80) и незначительно в планктоне (до 10), в связи с чем может служить показателем роли аллохтонного и автохтонного материалов в составе органического вещества донных отложений.

Подготовка образцов горных пород, донных отложений и почв к химическому анализу в лаборатории. Комплексное эколого-геохимическое исследование образцов горных пород, донных отложений и почв является важным компонентом характеристики системы «порода – вода – газ – живое вещество» и определяет необходимость изучения как элементарного состава образцов породы, так и их ионно-солевого комплекса.

Подготовка образцов к валовому химическому анализу. *Валовый анализ пробы – это комплекс определений, позволяющий*

установить элементарный (валовый) состав породы. Цель анализа – определить в нем содержание химических элементов, независимо от формы их присутствия.

Определение гигроскопической воды. *Гигроскопической называют воду, адсорбированную породой из воздуха и выделяющуюся из нее в процессе высушивания при температуре 105 °С. Гигроскопическая вода находится в равновесии с паровоздушно-сухой породой и характеризует влажность воздушно-сухой породы. Содержание гигроскопической воды колеблется от десятых долей до нескольких процентов и зависит от длительности и условий хранения образцов, а также от свойств и состава самой породы. При длительном хранении образцов легкого гранулометрического состава в сухом помещении они содержат менее 1 % гигроскопической воды, глинистые и сильно гумусированные – более 5 %.*

Величину гигроскопической влажности используют для пересчета результатов анализа воздушно-сухой породы на абсолютно сухую (высушенную при 100–105 °С).

Определение потери при прокаливании. Потерей при прокаливании называют изменение (убыль) массы породы при нагревании ее до температуры 900 °С. Так, при прокаливании до 600 °С образец теряет адсорбированную, химически связанную (кристаллизационную) и часть конституционной воды, органическое вещество и адсорбированные газы. Прокаливание при температуре выше 600 °С приводит к потере остатка конституционной воды и выделению CO_2 карбонатов, полное разрушение которых происходит при нагревании до 900 °С. Так, магнезит MgCO_3 подвергается химической диссоциации при 610 °С, доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ при 768 °С разлагается на CaCO_3 и MgO , кальцит и арагонит (CaCO_3) при температуре 897 °С разлагается на CaO и CO_2 .

При прокаливании образца породы, кроме того, происходят окисление закисных форм железа и серы и частичная потеря хлоридов калия и магния.

Величина потери при прокаливании используется для вычисления содержания химически связанной воды, общего содержания минеральных веществ, для пересчета содержания элементов минеральной части породы на прокаленную навеску. Для суглинистых и глинистых горных пород, донных отложений и почв она колеблется от 2–3 до 10–15 %. Максимальные из этих

значений соответствуют гумусовым и карбонатным горизонтам почв. В органометрических горизонтах ППП может превышать 30 %.

Вычисление содержания химически связанной воды. Химически связанная вода представлена кристаллизационной и конституционной водой. Кристаллизационная вода удаляется из породы при нагревании ее до 300 °С, конституционная начинает высвобождаться при нагревании выше 300 °С и полностью удаляется при температуре 800–850 °С. Содержание химически связанной воды используют для пересчета данных валового анализа на безводную породу. В бескарбонатных образцах содержание химически связанной воды вычисляют по разности между величиной потери при прокаливании и содержанием в них гумуса. В карбонатных породах учитывается еще и содержание CO₂ карбонатов.

Вычисление общего содержания минеральных веществ в породе. Общее содержание минеральных веществ называют минеральным или прокаленным остатком (ПО), а также зольностью: % ПО = 100 – ППП.

Вычисление общей потери (ОП) при нагревании породы. В процессе выполнения химического анализа на первых порах часто бывает достаточно рассчитать содержание каждого определяемого компонента непосредственно на воздушно-сухую породу. Лишь после выполнения всего анализа проводят пересчеты всех полученных данных на абсолютно сухую, прокаленную и прочие навески, последовательно умножая полученные результаты на постоянные множители. При этом удобно рассчитать общую потерю породы, включающую величины гигроскопической влажности (ГВ) и потери при прокаливании, и найти коэффициент общей потери породы ($K_{оп}$), позволяющий пересчитывать содержание каждого компонента от воздушно-сухой породы на прокаленную:

$$ОП = ГВ + ППП,$$
$$K_{оп} = 100 / (100 - ОП),$$

где ОП – общая потеря массы образца породы при сушке и прокаливании, %. Особенно удобен такой расчет, если определение ГВ и ППП выполнено в одной навеске.

Подготовка пробы для валового анализа минеральной части образца. Навеску пробы (1–3 г) растирают в агатовой ступке, так как в ее минеральной части почти всегда содержатся ми-

нералы кварца и полевого шпата, отличающиеся большой твердостью. Растирание производится до состояния пудры, которую помещают в пакетик из кальки или в специальную баночку, на которой отмечают номер пробы.

Минеральная часть породы обычно представлена весьма стойкими в химическом отношении компонентами (кварцем, силикатами и алюмосиликатами), не растворимыми в воде и трудно растворимыми в кислотах. Поэтому прибегают к расплавлению этих минералов при нагревании. Так как температуры их плавления весьма высоки (кварц плавится при температуре свыше 1700 °С, полевые шпаты – около 1200 °С), то применяются специальные добавки – *плавни* (например, углекислые соли щелочных металлов), понижающие температуру плавления. В присутствии плавней почвенные минералы плавятся при температурах 700–800 °С. Плавление осуществляется в платиновых тиглях, помещаемых в специальные муфели. Охлажденный сплав обрабатывают дистиллированной водой и растворами кислот. При этом химические элементы, входящие в минеральную часть, переходят в истинные или коллоидные растворы, из которых их последовательно выделяют для определения.

Добавление плавней к пробе исследуемого образца приводит к увеличению концентраций химических элементов, входящих в состав этих плавней (например, калия и натрия в углесолях). Поэтому щелочи в таком плавне не определяются и учитываются в отдельной пробе, где минералы разрушают другим способом. Химические элементы, устанавливаемые при валовом анализе минеральной части породы (кремний, алюминий, железо, кальций, магний, натрий, калий, фосфор, титан, сера, марганец и др.), выражаются в форме соответствующих окислов.

Валовый анализ органической части образца. Состав органического вещества горных пород, донных осадков и почв очень сложен, так как значительная доля его весьма прочно связана с минеральной частью. Не существует метода, который позволил бы полностью отделить органическую часть породы от минеральной. Поэтому для получения общих представлений о валовом содержании органического вещества определяют содержание в ней главнейших его элементов – углерода и азота.

Зная количество органического углерода и среднее процентное содержание углерода в гумусе, можно ориентировочно судить и о количестве гумуса в образце. Чаще всего для расчета

количества гумуса используют коэффициент 1,724, отвечающий среднему содержанию углерода (58 %) в гуминовых кислотах. Из-за сложности состава гумуса вычисление его содержания с использованием этого коэффициента можно рассматривать как условный прием.

Определение органического углерода. Для проведения этой процедуры органическое вещество в образце окисляют до конечного продукта CO_2 , количество которого находят либо прямыми методами (связывая CO_2 каким-либо поглотителем), либо косвенными (по расходу веществ-окислителей). Выбор метода обуславливается целью работы (массовые анализы или углубленное исследование небольшого числа проб), возможностями аналитика, а также особенностями породы (наличием или отсутствием карбонатов, хлоридов, закисного железа).

Чаще всего количество углерода в породе находят косвенными методами мокрого сжигания с объемным учетом окислителя, например, методом Тюрина.

В основе такого метода лежит окисление углерода органического вещества породы дихроматом калия в присутствии серной кислоты, сопровождаемое восстановлением $\text{Cr}^{6+} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$. Метод неприменим при содержании гумуса более 15 %, так как в этом случае не достигается полное окисление даже при минимально возможной навеске образца.

Условностью данного метода является допущение, что весь дихромат калия реагирует только с углеродом органического вещества и весь углерод переходит в CO_2 ; однако в состав органического вещества наряду с углеродом входят водород и другие элементы, содержание которых сказывается на общем балансе окислительных эквивалентов. Следовательно, при расчете процентного количества углерода заведомо допускается некоторая ошибка. Особенно велика она для пород, в состав которых входят хлориды (в количестве более 0,6 %), и для переувлажненных образцов, содержащих соединения Fe^{2+} .

Определение общего азота. Наиболее широко для определения азота в горных породах, донных осадках и почвах применяют метод Кьельдаля, который основан на оценке количества аммония, образующегося при сжигании органического вещества породы в сернокислой среде. С помощью этого метода можно установить количества органического азота, представленного в основном аминным азотом, т. е. азотом аминогрупп, входящих в состав белков, аминокислот, амидов, аминсахаров и т. п., а также

минерального азота, находящегося в аммонийной форме. Азот нитратов и нитритов таким методом не определяется, но в образцах, где содержание этих форм азота невелико, метод Кьельдаля можно считать методом оценки общего количества азота [33].

Кроме оценки валового содержания химических элементов, для понимания особенностей миграции, биологической доступности и токсичности этих элементов необходимо изучение *форм их нахождения* – окисленных или восстановленных, хелатированных, метилированных, взвешенных и др. Выявление форм нахождения химических элементов в горных породах, почвах и донных отложениях позволяет оценить токсичность соответствующих элементов.

Например, токсичность мышьяка и хрома во многом обуславливается их химической формой. Так, наиболее токсичными являются арсин – трехвалентный неорганический мышьяк и шестивалентный хром. Хелатированные формы тяжелых металлов – меди, кадмия, ртути – менее токсичны, по сравнению со свободными ионами. Токсичность взвешенных форм свинца, меди и никеля во многом определяется способностями их поглощения биотой. Отсюда выражение результатов анализа как отношения растворенной фракции к валовому содержанию элемента является более объективным. Так, в природных водах экологически опасные соединения свинца могут быть растворимыми или нерастворимыми. Поэтому данные о валовом содержании этого металла в подкисленных пробах не отражают реальные экогеологические условия исследуемого водного объекта. Такие металлы, как ртуть, мышьяк и частично свинец, часто подвергаются метилированию с образованием высокотоксичных метилпроизводных. В этой связи, даже в случае, когда содержание таких форм нахождения металлов в пробах по отношению к валовому незначительно, исследование их чрезвычайно важно для характеристики токсичности и экогеологических условий водного объекта.

Экогеохимическое изучение горных пород, почв, донных отложений и взвесей, осуществляющееся на основе последовательной обработки проб экстрагентами фазового анализа, и предусматривает возможность выделения следующих форм нахождения химических элементов:

I фаза – в форме водорастворимых соединений (обработка проб дистиллированной водой на основе водных вытяжек);

II фаза – в форме сорбированных химических элементов (на основе метода обменной сорбции, например, с помощью раствора BaCl_2);

III фаза – в форме химических соединений (элементов), связанных с битумными органическими веществами (на основе спирто-бензольной вытяжки);

IV фаза – в форме химических соединений (элементов), связанных с гумусовыми органическими веществами (на основе пирофосфатной вытяжки);

V фаза – в форме карбонатов и водорастворимых сульфатов (на основе ацетатно-уксуснокислой буферной вытяжки с рН смеси 4,2–4,4);

VI фаза – в форме химических соединений (элементов), связанных с гидроксидами и оксидами железа марганца (извлекаются с помощью раствора 6 н HCl или раствором Честера (рН = 1,8), представляющей собой смесь из растворов 1 н гидроксиламина солянокислого и 25%-ной уксусной кислоты);

VII фаза – в форме химических соединений (элементов), содержащихся в труднорастворимом осадке (обработка в концентрированных кислотах HNO₃, HClO₄, HF до полного разложения пробы).

Однако следует отметить, что минералого-геохимическая интерпретация получаемых в результате фазового анализа данных в известной степени носит условный характер. Во-первых, из-за возможного совместного присутствия металлоорганических и минеральных форм элементов, разделение которых осуществляется крайне трудно. Во-вторых, более достоверное установление тех или иных соединений возможно с помощью схем фазового химического анализа, ориентированных на индивидуальные элементы, что является также достаточно трудоемкой задачей.

Отбор образцов горных пород, донных отложений и почв для приготовления водных вытяжек и выжимок производится в пределах исследуемого водного объекта. Для приготовления водной вытяжки необходимо не менее 200 г породы. Обычно отбирают образец с некоторым избытком по весу: 250–300 г.

Отбор образцов горных пород для приготовления выжимок производится из естественных обнажений и различных выработок. Вес образца должен составлять не менее 0,5 кг. Результаты выжимок зависят от влажности исследуемого образца. Для получения надежных данных, соответствующих природным условиям, выжимки должны приготавливаться из образцов естественной влажности. Для сохранения естественной влажности в образце, от момента его отбора до обработки в лаборатории, образцы за-

паивают в полиэтиленовые пакеты (или парафинируют). Образцы пород для вытяжек и выжимок снабжаются соответствующими этикетками.

Отобранные пробы горных пород, почв и донных отложений, в которых определяются формы нахождения элементов, – это многофазный и многокомпонентный агрегат. Так, *водорастворимая форма* нахождения элементов представляет собой группу форм, включающую элементы, находящиеся в жидкой фазе, а также в соединениях твердой фазы, растворимых в воде (без детального разделения между отдельными формами). При этом под водорастворимыми формами элементов понимаются такие, которые находятся как в растворенном состоянии в жидкой фазе, так и в соединениях, растворимых в воде.

Приготовление водных вытяжек осуществляется различными способами. При этом может варьировать и степень размельчения породы для вытяжки, и отношение веса воды к весу образца, и длительность взбалтывания образца с водой и т. д. Потому состав вытяжки будет зависеть от способа ее приготовления. Для получения сравнимых результатов необходимо пользоваться единообразной методикой. Наиболее часто применяется методика, разработанная в почвоведении. По этой методике поступают следующим образом:

- образец породы измельчается в фарфоровой ступке и просеивается через сито с диаметром отверстий 1 мм, так как для вытяжки используются фракции меньше 1 мм;
- отвешивается 200 г измельченного образца (на технических весах) и помещается в сухую чистую колбу емкостью 1–1,5 л;
- отмеривается точно 1 л дистиллированной воды (при помощи мерной колбы), которая переливается в колбу с исследуемым образцом. Смесь взбалтывается в течение 3 мин и оставляется на сутки для отстаивания;
- после отстаивания смесь фильтруют через сухой складчатый фильтр в сухую чистую колбу. В полученном фильтрате определяют водорастворимые формы химических элементов.

Водные вытяжки из исследуемого образца *повторяют до отрицательной реакции на соответствующие извлекаемые химические элементы*. Обычно водорастворимые формы выделяются в первые 3–6 вытяжек, хотя в отдельных случаях некоторые химические элементы могут начать обнаруживаться только с 5–7 вытяжек, завершаясь после 10–15. После окончания проведения вод-

ных вытяжек количество водорастворимых форм суммируется и относится к массе исходной навески. Для уменьшения агрессивности воды иногда осуществляется вытяжка на основе 60 %-го водного раствора спирта.

Сорбированные формы нахождения химических элементов связаны с процессом сорбции, сущность которого состоит в закреплении на поверхности твердой фазы компонентов из жидкой фазы. Возможность образования сорбционных форм обуславливается как свойствами атомов, отражаемых в величинах энергии связи адсорбентом, так и количеством участвующих в обмене или реакции компонентов, т. е. определяется законом действующих масс. Вследствие этого равновесие обмена может смещаться в ту или иную сторону с изменением концентрации веществ в растворе. Это определяет, с одной стороны, возможность вытеснения сорбированных элементов другими элементами, которые характеризуются большей энергией гидратации и находятся в растворе в преобладающем количестве. С другой стороны, данное обстоятельство позволяет подбирать соответствующие десорбенты для конкретных химических элементов и тем самым выделять их сорбированные формы из твердой фазы. При этом раствор вытеснителя должен иметь нейтральную реакцию, не разрушать основу сорбента, не образовывать малорастворимых соединений с вытесняемым катионом или анионом и не мешать последующему химическому определению извлеченных ионов. Например, для свинца в качестве вытеснителя может быть использован 1 н раствор хлорида бария, в связи с тем, что барий имеет энергию гидратации меньшую (320 ккал), чем свинец (359 ккал), и при соответствующей концентрации хлорида бария можно достичь полной десорбции свинца. На практике для выделения сорбированного свинца пробы обрабатываются путем встряхивания с раствором 1 н $BaCl_2$ в течение 1 ч при соотношении твердой и жидкой фаз $T : Ж = 1 : 5$. Аналогичным образом могут быть подобраны десорбенты и условия десорбции для выделения сорбированных форм таких химических элементов, как молибден (0,5 н растворы $NaCl$ и Na_2SO_4), медь (1 н раствор $BaCl_2$ и 0,1 н раствор $MgCl_2$) и др. После декантации пробы подвергаются повторным обработкам до достижения отрицательной реакции на соответствующий химический элемент, общая сумма которого по всем определениям составляет количество его сорбированных форм в данной пробе [36].

В случае сульфат- и карбонатсодержащих пород в качестве вытесняющего реагента может использоваться 3 %-ный раствор хлористого калия в 60 %-ном растворе спирта в отношении $T : Ж = 1 : 5$. При этом проба встряхивается в течение 5–10 мин, после чего фильтруется и анализируется.

Извлечение химических соединений, находящихся в форме *карбонатов и водно-растворимых сульфатов* осуществляется на основе разложения этих соединений кислотными вытяжками. Кислотная вытяжка готовится следующим образом:

- образец породы измельчается в фарфоровой ступке и просеивается через сито с диаметром отверстий 1 мм. Для вытяжки используются фракции меньше 1 мм;
 - на технических весах отвешивается 100 г измельченного образца, помещается в сухой, чистый химический стакан и обрабатывается ацетатным буферным раствором с $pH = 4,2$ (при отношении $T : Ж = 1 : 10$), составленным из 1 объема соли 1 н раствора уксуснокислого натрия и 2 объемов 1 н уксусной кислоты;
 - смесь обрабатывается в течение 20 мин на кипящей бане.
- Количество обработок определяется полным выходом карбонатов.

Определение химических соединений в горных породах, донных отложениях и почвах, находящихся в органоминеральной форме. Существует несколько методов извлечения гуминовых и фульвокислот из почв и пород. Так, органические соединения могут извлекаться щелочами, серной кислотой, пиррофосфатом натрия, а также перекисью водорода. Выделение органоминеральных соединений производят следующим способом: остаток пробы после извлечения карбонатно-сульфатной фазы заливается перекисью водорода в отношении $T : Ж = 1 : 1$ и выпаривается на водяной бане до образования влажных солей. Операция обработки перекисью водорода повторяется до трех раз. После разрушения органических соединений проводится вытяжка ацетатной буферной смесью с $pH = 4,2$. После обработки буфером проба переносится на фильтр вакуумного насоса или в центрифужные стаканы, где отделяется фильтрат. Промывка пробы необязательна, так как pH последующих вытяжек по сравнению с буферным раствором более кислый.

Определение химических соединений в горных породах, донных отложениях и почвах, находящихся в форме гидроокислов железа, марганца, алюминия и кремния. Для растворения

окислов и гидроокислов существуют растворители, в разной степени селективные для исследуемых фаз. Самые распространенные растворители – крепкие фосфорная и щавелевая кислоты; для аморфных форм кремния – содовые растворы. Согласно методике Р. Честера и М. Хагеса, реагентом является смесь 25 %-ной уксусной кислоты и 1 н раствор гидроксиламина солянокислого. При обработке пород этим растворителем не нарушается структура глинистых минералов; иллит, монтмориллонит, каолинит, хлорит и опал в результате обработки почти не изменяются. Извлечение гидроокислов железа,

марганца осуществляется следующим способом. Остаток пробы после извлечения органоминеральных соединений либо (при их отсутствии) карбонатно-сульфидных форм заливается смесью Честера (рН = 1,8). Один литр раствора готовится смешиванием 500 мл 2,5 %-го гидроксиламина солянокислого и 700 мл 35 %-ной уксусной кислоты. Отношение в вытяжке Т : Ж = 1 : 30. Содержимое взбалтывается в течение 4 ч на ротаторе, затем фильтруется или центрифугируется до осветления.

Определение химических соединений, находящихся в форме труднорастворимого осадка, после водно-механического отмучивания производится на основе обработки кислотами HNO_3 , HClO_4 , HF до полного разложения пробы и исследуется с помощью спектрального анализа.

Содержания металлов в вытяжках предлагается определять атомно-абсорбционными методами.

Следует отметить, что в работе Ю. Е. Саета, Б. А. Ревича, Е. П. Янина и др. (1990) для целей исследования основных форм нахождения химических элементов в донных отложениях предлагается следующая схема:

Растворители	Извлекаемые формы
Раствор ацетатного буфера (рН = 4,2)	Сорбционно-карбонатный комплекс
Раствор пиродифосфата натрия (рН = 10,0)	Металлы, связанные с гумусовыми веществами
Раствор 0,15 н HCl	Металлы, связанные со свежеосажденными осадками и гидроксидами
Раствор 6 н HCl	Металлы, связанные с кристаллическими оксидами и гидроксидами

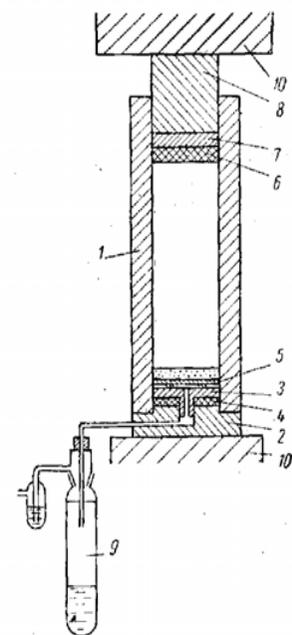


Рис. 5. Прибор Крюкова.

Приготовление выжимок путем отпрессовывания используется главным образом для пород, имеющих более или менее значительную естественную влажность. Прибор для получения выжимок отпрессовыванием разработан Н. А. Крюковым (1947). Этот прибор (рис. 8.8) состоит из толстостенного металлического цилиндра 1, установленного на подставке 2, снабженной отверстием для стока «горного раствора». Поверх подставки 2 помещается «грибок» 3, в центре которого проходит отверстие, а по верхней поверхности располагаются радиальные и концентрические желобки, наклоненные в сторону отверстия. Между «грибком» 3 и подставкой 2 прокладывается резиновое кольцо 4, обеспечивающее герметичность в местах стыка между «грибком», цилиндром и подставкой.

На грибок накладывается металлическая сетка 6, имеющая отверстия, соответствующие желобкам на «грибке». Поверх сетки

между двумя листками фильтровальной бумаги помещается слой кварцевого песка толщиной в 2–3 мм. На песок с уплотнением загружается исследуемый образец породы. На поверхность породы укладываются резиновая 5 и текстолитовая 7 прокладки. Спрессовывание породы производится поршнем 8, на который давит пресс, установленный на площадке 10. Отжатый раствор поступает в приемник 9, снабженный сосудом, обеспечивающим водяной затвор для предохранения жидкости в приемнике от испарения.

Цилиндр 1 вмещает около 300 г породы. Давление на породе производится при помощи гидравлического пресса. Мощность пресса должна быть согласована с величиной давления, которую необходимо достигнуть для отпрессовывания «горного» раствора. Опыт показывает, что достаточным является давление до 500–1000 кг/см². При площади поршня 8, равной 10 см², нужно применять 10-тонный пресс, чтобы обеспечить указанное давление. При отпрессовывании «горных» растворов давление следует увеличивать постепенно, чтобы раствор выделялся по возможности равномерно из всей массы породы.

Продолжительность отпрессовывания зависит от фильтрующей способности породы и ее влажности. Практически отпрессовывание продолжают от 2 до 5 ч. Если однократное отпрессовывание не дает нужного количества раствора для анализа, его повторяют с новой порцией породы. Количество раствора, необходимое для анализа, зависит от концентрации раствора и методов применяемого анализа.

Опыт показывает, что если применять микрометоды, то достаточно 5–10 мл, чтобы провести полный анализ.

Методики отбора и обработки образцов горных пород, почв и донных отложений в процессе биоиндикационных исследований. Выбор методик зависит от задачи исследования. Для получения «моментального снимка» ситуации наиболее подходящими являются экологические группы бактерио-, фито- и зоопланктона, наиболее быстро реагирующие на воздействия. Однако, если воздействие было за 2–3 месяца или больше до исследования, можно не получить адекватной оценки состояния всей биоты, так как происходит ее самовосстановление.

Бентос, перифитон и макрофиты более инерционны, в них дольше развиваются нарушения, но и дольше сохраняются следы нарушений. Эти экологические группы – индикаторы долговре-

менных воздействий. При первичном исследовании водоема необходимо применение максимально возможного числа методик биоиндикации и химического анализа. В дальнейшем при проведении ежегодных исследований в ходе биомониторинга количество используемых методик можно уменьшить в зависимости от конкретных обстоятельств.

Одно из важнейших требований при применении методик биоиндикации – проведение исследований только на природных водоемах, имеющих водную экосистему, водную биоту. В искусственных водоемах, не обладающих собственным биоценозом, методы биоиндикации не дадут верных результатов, лишь укажут на какой-либо этап сукцессии. Важно учитывать, что все биологические закономерности являются закономерностями статистическими, поэтому объем используемого материала должен быть достаточно велик.

Описание места отбора проб. Работу на водоеме необходимо начать с его подробного описания. В такое описание входят:

- размеры водоема (ширина реки, длина и ширина озера или пруда),
- его глубина (по крайней мере – глубины на исследуемом участке водоема),
- скорость течения,
- типы донных грунтов (каменистый, песчаный, илистый, глинистый, гниющие растительные остатки),
- прозрачность воды,
- температура воды у поверхности и в придонном слое,
- характеристика береговой линии (крутизна и материал склонов, характер прибрежной растительности),
- степень антропогенного воздействия на прибрежную зону (наличие пляжей, строений, промышленных предприятий, дорог, свалок, стоков),
- наличие и характеристики притоков,
- степень развития водной растительности и ее видовой состав.

При отборе пробы, в случае отсутствия карточки места отбора пробы, обязательно ведение записей в дневнике с указанием номера пробы и всех вышеперечисленных сведений.

Оборудование, материалы и методики отбора проб.
Отбор и обработка фитопланктона. Для отбора проб понадобятся ведро, планктонная сеть со сборным стаканчиком, 40%-ный

формалин, 96%-ный спирт, банки с притертыми пробками (герметично закрывающиеся банки объемом 20–150 мл), карандаш, бумага для этикеток, полевой дневник или карточка описания местности.

Ведром набирается вода из водоема в точке исследования и процеживается через планктонную сеть, например, 10 ведер по 10 л воды, всего 100 л.

Собравшийся в стаканчик планктон выливается в банку. Оставшийся на стенках планктонной сети планктон смывают последним ведром воды, и последнюю порцию планктона добавляют в ту же банку. Пробу фиксируют формалином или спиртом таким образом, чтобы концентрация формалина достигла 4 % или спирта – 70 %. В банку помещают этикетку, написанную карандашом. Этикетка не должна быть большой, ее оптимальные размеры – ширина 1 см и длина 2–3 см. На этикетке нужно записать дату, точное указание места сбора, количество использованной воды, Ф.И.О. сборщика. В полевом дневнике фиксируются, кроме этого, погода, температура воздуха и воды, время суток, скорость течения, глубина, расстояние от берега, тип донного грунта и другие полезные сведения (наличие или отсутствие макрофитов, нефтяных пленок, плавающих предметов, ветра, волнения, судорождства, купания, возможные источники и виды загрязнения и т. д.).

Обработка проб проводится в лабораторных условиях и включает разборку и определение видов, и их подсчет. Подробнее с этим этапом работ можно ознакомиться в специальной литературе.

Вместе с водорослями в пробе будут и виды зоопланктона – коловратки, ракообразные и др., а также детрит и посторонние предметы. Организмы зоопланктона следует разложить по пробиркам для дальнейшего определения.

Отбор и обработка зоопланктона. Организмы зоопланктона более крупные, чем фитопланктона. Для их отлова используется сеть. Фиксация, этикетирование осуществляются так же, как и для фитопланктона.

Разборка проб проводится в специальной посуде под биноклем. Организмы зоопланктона вынимаются из пробы пинцетом или тонкой пипеткой, раскладываются по пробиркам по видам и снабжаются этикеткой. Определять их можно во время разборки, но лучше после того, как весь материал будет разобран до систематических групп.

Отбор и обработка зообентоса потребуют следующие оборудование и материалы:

- *на местности:* высокие резиновые сапоги, орудия сбора (дночерпатель, драга, скребок, сачок или их заменители), поддон или кювета из белого пластика, легкое пластиковое ведро, сито для промывания проб, пинцеты, чайная ложка, несколько герметично закрывающихся банок, 4 %-ный формалин, 3–5-кратная лупа, карточка исследования местности, карандаш;

- *в лаборатории:* биноклярный микроскоп с системой освещения, чашки Петри, пинцет (без зажима), мелкие баночки с широким горлом, тетрадь для записей] и др.

Для отбора донных проб существует много различных приборов и приспособлений: *дночерпатели, бентометры, драги, скребки, сачки* и др. Выбор орудия лова зависит от задач и типа водоема. Для отбора количественных проб, содержимое которых можно с помощью коэффициентов перевести на количество особей на 1 м², применяются дночерпатели и бентометры, которые захватывают участок дна определенной площади: 0,04, 0,025 или 0,01 м². Тем не менее *наиболее уловистыми являются сачки и скребки*, в них попадает большее количество видов бентоса, но труднее точно указать площадь, с которой были собраны гидробионты. Для биоиндикации строгий количественный сбор обычно не требуется. Достаточно точного выполнения унифицированных действий по отбору, необходимых для получения сравнимых результатов.

Стандартный сачок имеет диаметр кольца 25–30 см, длина матерчатого конуса – в 2,5 раза больше. Для изготовления сачка применяется капроновая сеть для изготовления сит для просеивания муки с определенным номером размера ячеек. Номер капроновой сети (от 10 до 80 и более) означает количество ячеек на 1 см длины материала. За неимением сети можно использовать плотную бязь. Обыкновенная марля не годится из-за недостаточной прочности. Место крепления матерчатого конуса к обручу сачка рекомендуется обшить полоской плотной ткани – это продлит срок его службы. Сачок надежно насаживается на рукоятку длиной 1,5–2 м. После работы в водоеме его обязательно надо хорошо просушить.

Сачком производится «кошение». Для получения одной пробы нужно произвести не менее 10 «взмахов» сачком. Держать сачок нужно перпендикулярно течению воды, вести его против

течения как можно ближе ко дну, по зарослям водной растительности, поверхности камней. После каждого взмаха содержимое сачка аккуратно вытряхивается в кювету. Перед этим улов необходимо промыть от грунта на сите или в самой сачке. Дополнительно собирают гидробионтов с камней и коряг, поднятых вручную со дна водоема.

Для оценки состояния небольшого участка реки нужно отобрать не менее 3–5 донных проб (у обоих берегов, на середине, а также в разных биотопах: в зарослях водной растительности, с камней, коряг и др.). При изучении всей реки необходимо взять пробы на 8–10 участках (точках), расположение которых определяется, исходя из конкретных условий.

Для *промывки* проб необходимо иметь специальное *сито*. Также подходят специальные зерновые или почвенные сита: они имеют разный диаметр отверстий, что позволяет в процессе промывки рассортировать пойманные организмы по размеру: крупные особи остаются на верхнем сите с крупными отверстиями (4–5 мм), а остальные задерживаются мелким, имеющим отверстия 0,5–1 мм. Если таких сит нет, можно использовать дуршлаг или обычное сито, что менее удобно. Отверстия дуршлага обычно имеют диаметр 2 мм или более, и многие организмы при промывке теряются. Сита, используемые в хозяйстве для просеивания муки, наоборот, имеют слишком мелкие отверстия, сквозь которые плохо проходят частицы грунта. Удобное сито можно легко изготовить самим, натянув на подготовленную рамку (круглую или прямоугольную размером 20 на 20 или 30 на 30 см) синтетическую сетку, которую обычно используют летом на окнах и форточках для защиты от комаров.

Для работы потребуются также: большая фотографическая кювета светлого цвета (можно пластиковый тазик), легкое пластиковое ведерко, пинцеты, пипетка, чайная ложка, 3–5-кратная лупа, емкости для предварительной сортировки организмов (чашки Петри или мелкие баночки с широким горлом), тетрадь для записи в непромокаемой обложке. Записи лучше вести карандашом: они меньше страдают от намокания.

После того как орудие лова наполнено пробой, ее следует промыть от ила и мелкодисперсного детрита с помощью промывалки – мелкочаистой сетки на ободке. После этого донные организмы вместе с посторонними предметами, донным мусором, обломками растений, камнями или песком перекадываются в тазик

или кювету, из которой вручную удаляются посторонние предметы и мусор. Далее возможны следующие варианты действий:

- все гидробионты вместе с мусором помещаются в банку и фиксируются, снабжаются этикеткой и отправляются для разборки в лабораторию (для вычисления индекса сапробности, индекса Шеннона);

- из кюветы вынимаются пинцетом все донные организмы, которые удалось обнаружить, и фиксируются, снабжаются этикеткой и отправляются для разборки в лабораторию;

- из кюветы выбрасываются все камни, растения, крупные обломки растений, нитчатые водоросли и т. д., беспозвоночных с помощью чайной или столовой ложки перекадывают в другую кювету, где их проще рассмотреть, пересчитать и определить до какого-либо уровня, необходимого, например, при расчете биотических индексов Вудивисса и Майера (определение индекса производится на месте), после этого живность выпускают обратно в водоем.

Фиксация проводится так же, как для фито- и зоопланктона. Особенности фиксации моллюсков – их нельзя фиксировать формалином из-за риска растворения раковин при длительном хранении.

Особенности фиксации некоторых *членистоногих* – крупные придонные кладоцеры, оказавшись на поверхности воды, становятся непотопляемыми в растворе формалина и воде. Для них приходится применять спирт, так как его смачивающая способность выше. То же относится к водным насекомым – жукам, клопам и некоторым другим.

Дальнейшую разборку проб производят обычно в лаборатории с использованием оптики, чашек Петри и т. д., выбирая донные организмы из донного мусора и растений. Для установления видовой принадлежности *гидробионтов* используются специальные определители.

Отбор и обработка макрофитов. Фитоценологические описания водной растительности выполняются на пробных площадках размером 50 м² (ширина 3–6 м, длина 8–16 м в зависимости от глубины и характера дна). Площадки меньшего размера следует закладывать только в случае однородного растительного сообщества с равномерным доминированием, проективным покрытием и однородности физических и гидрологических условий. Желательно заложить несколько площадок, особенно, если фи-

тоценоз неоднородный. Если есть возможность, нужно обследовать участки незагрязненные и загрязненные.

Основные трудности в изучении фитоценозов макрофитов – в недостаточном числе видов в каждом конкретном местообитании, особенно тех, которые чувствительны к загрязнению. Кроме того, на растения сильно влияют посторонние, не зависящие от загрязнения факторы. Это заметно усложняет дальнейшую камеральную (математическую) обработку результатов или даже переводит ее в качественную плоскость.

Методика исследований эпифитовзвеси. Для получения эпифитовзвеси срезанные под поверхностью воды экземпляры растений (без корней) в полиэтиленовых пакетах доставляются в лабораторию, где от них отделяются свежие листья (или стебли с листьями), которые высушиваются на воздухе (в тени). Затем их размещают на кальке и механическим воздействием (встряхиванием) отделяют находящийся на них твердый материал (эпифитовзвесь); макроскопические частицы эпифитона, присутствующие в эпифитовзвеси, удаляют пластиковым пинцетом. Полученный материал растирают в агатовой ступке и помещают в пакеты из кальки. После отделения эпифитовзвеси образцы макрофитов очищаются от эпифитона, промываются дистиллированной водой, высушиваются на воздухе и затем измельчаются. Растертые в агатовой ступке пробы складывают в пакет из кальки для последующего анализа.

Для изучения форм нахождения металлов в эпифитовзвеси применяется методика последовательной селективной обработки образцов серией вытяжек: сперва раствором ацетата натрия, забуференного уксусной кислотой до $pH = 4,2$; затем остатки образца обрабатываются 30%-ной H_2O_2 и промываются кислым ацетатным раствором [36]. Предполагается, что в первом случае в раствор переходят в основном карбонатные и сульфатные соединения и обменно-сорбированные формы металлов (легкоподвижные формы); во втором – преимущественно металлы, связанные с органическим веществом отложений (органоминеральные формы). В остатке определяют металлы, связанные с гидроксидами железа, марганца, алюминия, с решетками глинистых и обломочных минералов, сульфидами (прочие формы). Следует отметить, что как органоминеральные формы металлов, так и металлы, связанные со гидроксидами железа и марганца, обладают потенциальной подвижностью в условиях водной среды.

Подготовка проб макрофитов к химическому анализу.

При биогеохимическом изучении природных объектов пресноводных экосистем особого внимания заслуживает ее биотическая составляющая, представленная макрофитами. Различные группы макрофитов ввиду способности накапливать химические элементы в зависимости от их содержания в среде достаточно широко используются в практике биоиндикационных исследований на основе метода аккумулятивной фитоиндикации. В первую очередь это относится к биоиндикации загрязнения среды тяжелыми металлами (см. гл. II, [10, 14]).

Отбор и подготовка проб макрофитов для целей аккумулятивной фитоиндикации загрязнения среды тяжелыми металлами должны осуществляться в соответствии с определенными требованиями. Исключается применение металлических орудий (сачков, граблей и др.) для отбора и извлечения растений из воды, а также металлических ножниц, пинцетов, ножей для обработки растительных проб. В тех случаях, когда объектами являются представители экологических групп гидрофитов (рдесты, сальвиния, кубышка) или гидатофитов (роголистник, элодея, уруть), при отборе проб для последующего химического анализа собирают целые растения. Если индикационные исследования выполняют на гидрофитах (рогоз, тростник), индикаторным органом служат, как правило, листья среднего яруса. Для транспортировки собранных растительных проб в лабораторию их помещают в пластиковые (полиэтиленовые) пакеты вместе с небольшим количеством воды и герметически укупоривают. Масса отбираемого растительного материала должна быть достаточной для последующего аналитического исследования, т. е. составлять не менее 10–20 г сырой биомассы.

В лаборатории сырые растительные пробы извлекают из пакетов и тщательно *промывают водой*. При наличии на поверхности растений, особенно из группы погруженных макрофитов, налипших частиц или илистого налета растения отмывают от них сначала водопроводной, а затем дистиллированной водой. Незагрязненные растения промывают только дистиллированной водой. Растительные пробы слегка промокают фильтровальной бумагой (не отжимая, чтобы не выдавить содержимое клеток) и помещают в сухом помещении на листы фильтровальной бумаги для *высушивания*. При температуре 20 °С и низкой влажности воздуха пробы высыхают за 2–3 дня. При высокой

влажности воздуха и низкой температуре в помещении рекомендуется дополнительный обогрев (обдув) проб сухим воздухом. При наличии в лаборатории специальных сушильных шкафов пробы помещают в шкаф, разместив их в кюветах (не металлических) и оставляют при температуре +60 °С на 12–24 ч до полного высушивания.

Для химического анализа используют высушенный и предварительно измельченный растительный материал. С этой целью применяют специальные электрические *измельчители* тканей, в том числе и бытовые кофемолки. Если количество высушенной пробы не превышает 3–5 г, то ее растирают вручную в агатовых либо фарфоровых ступках.

Следующим этапом подготовки растительных проб к анализу является взятие *навесок* и переводение изучаемых образцов в раствор, что необходимо для определения металлов химическими, физико-химическими и большинством физических методов. Этого достигают *озолением* растительного материала, т. е. освобождением от органической матрицы. Современные методы анализа содержания химических элементов позволяют использовать для анализа либо непосредственно *сухую золу* растений (атомно-эмиссионный спектральный анализ), либо растворы, получаемые как растворением зольного остатка в кислотах, так и в результате *мокрого озоления* растительного материала с помощью концентрированных кислот.

Сухое озоление проводят путем термической обработки навесок (0,1–1,0 г, но не более 5 г), помещенных в фарфоровые тигли, в муфельных печах при постепенном увеличении температуры до 450 °С в течение 5–72 ч до получения белой или слегка окрашенной в фиолетово-розовый (или с иными оттенками) цвет золы. Применять температуру выше 450 °С не следует, так как это ведет к существенной потере ряда химических элементов из озоляемых образцов, особенно при наличии в них хлоридов. В этом случае наблюдаются потери Fe, Sb, Pb, Cu, а также Zn, V, Cr, Bi, Ag, Te, P, As, Cd, Se, Hg. Чтобы уменьшить потери элементов за счет образования летучих хлоридов, перед озолением к образцам добавляют соли азотной кислоты или смачивают образцы разбавленными азотной (плотность 1,31 г/см³) или серной (плотность 1,40 г/см³) кислотами. Для снижения потерь ряда тяжелых металлов (Fe, Cu, Zn, но не Pb) озоляемые образцы предварительно обрабатывают 96 %-ным этиловым спиртом-рефикатом и оставляют на 2–12 ч, после чего озоляют в муфеле.

В настоящее время разработан усовершенствованный метод сухого озоления – низкотемпературное озоление кислородом, активированным в высокочастотном поле. При этом температура озоления составляет 100–200 °С, что позволяет озолять образцы практически без потерь даже таких легколетучих элементов, как ртуть, мышьяк, селен, висмут. Однако такой метод как более дорогостоящий и длительный пока не получил широкого применения в индикационных исследованиях [27].

По завершении сухого озоления тигель с золой охлаждают в эксикаторе в течение 1–2 ч и взвешивают для установления массы золы по разнице веса тигля с золой минус вес пустого тигля. Зола в тигле смачивают концентрированной азотной кислотой, добавляя ее по каплям, и нагревают тигель для получения раствора золы. По достижении точки кипения раствор переносят в термостойкий стакан объемом 100 мл и выпаривают, стараясь не допускать кипения жидкости. По мере выпаривания кислоты ее добавляют 2–5 раз. Процесс растворения проводят в течение 2–6 ч. После растворения золы остатки азотной кислоты удаляют выпариванием раствора досуха (но не прокаливанием), добавляют горячую дистиллированную воду и 0,2–0,5 г персульфата аммония для доокисления органических веществ, если они все же остались. Раствор нагревают до точки кипения и фильтруют через беззольный фильтр «синяя лента», промывая бидистиллированной водой, подкисленной азотной кислотой. Объем фильтрата в мерной колбе доводят водой до 50–100 мл, и полученный раствор используют для анализа содержания химических элементов.

Мокрое озоление – это озоление с помощью различных концентрированных кислот, среди которых особенно часто используют азотную, хлорную и серную кислоты и их смеси. Серная кислота H₂SO₄ действует как дегидратирующее вещество и окислитель. При добавлении к другим кислотам она усиливает их действие благодаря более высокой температуре кипения. Образование нерастворимых сульфатов некоторых металлов (Pb, Ba, Ca) снижает область применения H₂SO₄. Азотная кислота HNO₃ легко вступает в реакции окисления, этерификации или нитрирования при взаимодействии с органическими составляющими растительных проб, обычно применяется в смеси с серной или хлорной кислотой. Хлорная кислота HClO₄ используется в сочетании с HNO₃ или H₂SO₄. Она обладает высокой окислительной способностью по отношению к органическим соедине-

ниям. Следует иметь в виду, что HClO_4 взрывоопасна, поэтому при работе с ней необходимо брать как можно меньшие количества образца для озоления и не допускать перегрева смеси и выпаривания досуха [2].

Среди других кислот используют также соляную HCl и плавиковую HF кислоты, однако при этом могут образовываться летучие хлориды или фториды ряда металлов либо труднорастворимые комплексы других металлов. Наибольшее распространение в практике анализа растительного материала получил метод, основанный на озолении проб смесью трех концентрированных кислот – азотной, хлорной и серной в объемном отношении 3 : 2 : 1. Для озоления проб на анализ тяжелых металлов необходимо применять кислоты особой чистоты.

При мокром озолении навеску измельченного растительного образца помещают в термостойкие колбы Кьельдаля (с обратным холодильником или без него), заливают приготовленной смесью кислот (5–10 мл на 0,5–1,0 г образца) и оставляют на 1–2 ч для окисления органической составляющей при комнатной температуре. Затем колбы помещают на электронагреватели для завершения озоления проб при температуре кипения смеси. Когда раствор станет прозрачным (по истечении 3–4 ч), его охлаждают, добавляют в колбы 30–40 мл дистиллированной воды и кипятят раствор для удаления паров кислот. После повторного добавления воды пробы доводят до кипения, охлаждают и фильтруют через крупнопористый фильтр (красная лента) в мерные колбы, доводя объем раствора водой до 50 мл.

Мокрое озоление широко применяется для разложения проб, в которых планируется количественно определять легколетучие химические элементы. Этот метод является обязательным при анализе ртути, мышьяка, кадмия, сурьмы в биологических объектах. Следует иметь в виду, что при упаривании раствора досуха могут происходить потери сурьмы, мышьяка, хрома, ртути, германия, селена, цинка, а иногда меди и кадмия.

Избежать потерь наиболее легколетучих элементов позволяет проведение минерализации проб с использованием тefлонового автоклава фирмы Perkin-Elmer, в котором разложение органического материала (озоляемая навеска – 100–500 мг) происходит быстрее при температуре 110–160 °С и давлении до 5 МПа. В этом методе озоления исключается применение хлорной кислоты и перекиси водорода.

Для анализа содержания химических элементов в подготовленных пробах можно использовать ряд аналитических методов – химических, физико-химических и физических. Выбор метода анализа диктуется конкретными задачами. В настоящее время наибольшее распространение имеют атомно-абсорбционный, эмиссионно-спектральный, рентгеноспектральный методы анализа и метод индуктивно-связанной плазмы.

Концентрации элементов, установленные при анализе золы или ее растворов, пересчитывают на содержание элементов в сухой биомассе растений, выражая, как правило, в миллиграммах элемента на 1 кг сухой биомассы растения или в процентах на сухое вещество.

Оценка качества водных экосистем на основе методов биотестирования. Для оценки токсичности воды в настоящее время подготовлены методические руководства по биотестированию сточных вод и прописи методик, основанные на использовании для целей биотестирования водорослей, дафний и рыб. Разработан также раздел «Порядок разработки, опробования и метрологической аттестации методики биотестирования», включенный в государственный стандарт «Требования к разработке, метрологической аттестации и стандартизации методик определения состава и свойств воды». Такое внимание к разработке этих документов объясняется тем, что только при условии создания нормативной методической базы и юридических основ применения биотестирования биологические методы контроля качества вод могут найти широкое внедрение в практику работы водоохраных органов и служб экологической безопасности.

Одними из наиболее демонстративных, экспрессных и удобных для регистрации техническими средствами в биотестировании признаны поведенческие реакции гидробионтов, прежде всего рыб, моллюсков и рачков дафний. Ряд биотестов, основанных на регистрации изменений поведенческих реакций этих гидробионтов, рекомендован в настоящее время в качестве биосигнализаторов токсичности в системе контроля сточных и природных вод. Как экспресс-индикатор острой токсичности, предназначенный для проведения токсикологической паспортизации источников загрязнения водных объектов, может быть предложен дафниевый тест по показателю выживаемости 50% организмов за 48 ч, принятый в международной практике в качестве стандартного. Экспресс-индикатор представляет собой футляр, в котором разме-

щены 2 кассеты с 12 индикационными сосудами каждая, шток, термометр, фонарик, емкость для отбора проб и индивидуальный токсиметр, состоящий из индикационного сосуда и штока.

Оканчивается сосуд штуцером, на который надет капилляр со съемным лепестковым клапаном, предназначенным для удаления из сосуда избытка воздуха. На дне индикационного сосуда расположена сетка, служащая фильтром и препятствующая попаданию дафний в капилляр. Передвижение поршня внутри сосуда осуществляется с помощью штока, в котором размещены элементы подсветки. Дополнительное освещение используется для регистрации живых и погибших дафний.

Процедура биотестирования состоит в следующем. Индикационные сосуды заполняют водой, в которой дафнии культивируются, помещают в них по 10 экз. молоди дафний, с помощью поршня и клапана удаляют пузырьки воздуха, устанавливают в кассеты и доставляют к месту проведения токсикологических анализов. При отборе проб градуировка сосудов позволяет проводить разбавление воды непосредственно в них. В заполненных контролируемой водой сосудах через 1, 24 и 48 ч учитывают количество живых дафний и сравнивают с количеством дафний в двух контрольных сосудах. По результатам биотестирования делают оценку токсичности воды.

Преимущества экспресс-индикатора по сравнению с классическим биотестом на дафниях состоят в том, что с его помощью тест-объекты можно доставлять к месту отбора проб, не травмируя их, за счет вытеснения из сосудов избытка воздуха; в изолированном объеме воды создаются условия, при которых повышается чувствительность дафний. Кроме этого, возможность проведения биотестирования сразу же после отбора проб существенно повышает достоверность оценки, особенно в случае контроля токсичности воды, содержащей легко окисляемые соединения. В настоящее время осуществляются серийное производство экспресс-индикатора и оснащение этим устройством территориальных комитетов по охране природы для проведения токсикологической паспортизации и контроля источников загрязнения водных объектов.

Методологические основы пространственного отображения экологической и эколого-геологической информации. Эколого-геологическое картографирование представляет собой новое направление в рамках геологического картографирования и

определяет методологию современных эколого-геологических исследований, в рамках которых существует строгая логическая связь в цепи ее основных понятий: классификация и оценка экологических функций территории - выделение и характеристика эколого-геологического комплекса - районирование эколого-геологических условий - картографирование эколого-геологической обстановки. Соответственно, различия в исходной позиции - в подходе к классификации экологических функций, а также выделению эколого-геологических комплексов и принципам их районированию определяют содержание и методологию эколого-геологического картографирования. Следует подчеркнуть, что эколого-геологические карты, представляющие собой обобщающую модель и банк информации, отражают не только уровень развития эколого-геологического научного направления, но и взгляды авторского коллектива. Очень важно помнить также, что карты - это не только средство представления информации, но и предмет изучения эколого-геологического объекта (территории).

Выбор изобразительных средств при картографировании имеет принципиальное значение в связи с наличием как набора изобразительных средств (цвет, штриховка, крап, линия, точка, цифра, буква), так и ранжирования эколого-геологической нагрузки.

Эколого-геологические карты могут быть сгруппированы по нескольким признакам:

1. степени достоверности и насыщенности карты фактическим материалом;
2. целевому назначению - общие и специальные карты;
3. масштабу - обзорные (масштаб 1:1 500 000 и мельче), мелкомасштабные (1:1 000 000- 1:500 000), среднемасштабные (1:200 000-1:100 000), крупномасштабные (1:50 000-1:10 000) карты и карты-планы (1:5 000 и крупнее);
4. способу изображения - карты расчлененные (показывается один элемент) и совмещенные (аналитические и синтетические), на которых показывается несколько элементов.

Работая с мелкомасштабными эколого-геологическими картами нельзя не учитывать стандарт требований к эколого-геологическим и эколого-геологическим картам, разработанный рядом специалистов европейских стран:

- репрезентативность изобразительных средств, используемых при картографировании: точка, линия, оконтуренная об-

ласть, знаки (разные размеры и «заливка» контуров), стрелки (направление), цвет (распространение комплексов) и др.

- связь масштабов и размера карты, так, на картах размеров 20 x 28, 50 x 50 и 100 x 100 см для масштаба 1:50 000 площадь картографируемой территории будет соответственно равна 140, 625 и 2500 км².

- учет влияния факторов и процессов, определяющих эколого-геологическую обстановку (геологические, топографические, климатические, гидрогеологические, техногенные условия, продолжительность воздействия и др.).

- составление комплекта эколого-геологических карт на разных стадиях обобщения и интерпретации фактического материала.

В этот комплект карт должны включаться общие: (эколого-геологические комплексы), эколого-геологических параметров (оценка компонентов среды, оценка состояния экологических функций и др.), характеристика потенциальных ресурсов эколого-геологических комплексов, специальные карты разного назначения (условий, уязвимости, устойчивости, экологического риска).

Отображение результатов оценки современного эколого-геологического состояния природных ресурсов и компонентов окружающей природной среды производится на специально разработанной для этой цели электронной эколого-геологической карте (карте эколого-геологических условий). База данных указанной карты должна включать комплексную информацию о состоянии экологических функций литосферы и ее компонентов, о закономерностях их формирования, проявления и развития под воздействием внутренних и внешних факторов естественно-природного и аномального (природного и природно-техногенного) происхождения, а также сведения о возможных пространственно-временных изменениях этих свойств и влиянии их на условия жизнедеятельности человека и существования биоты.

Литература

Куриленко В.В., Новикова Е.А., Осмоловская Н.Г. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем./Под ред. В.В. Куриленко СПб. Изд-во СПбГУ. 2004, 480 с.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Алексеевко В.А.¹⁻³, Швыдкая Н.В.³
*(¹ ФГБОУ ВО «ГМУ имени адмирала Ф.Ф.Ушакова»,
Новороссийск
² ФГАОУ ВПО ЮФУ, Ростов-на-Дону,
³ ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, Краснодар),
vl.al.alekseenko@gmail.com, nepeta@mail.ru*

ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL SETTLEMENTS NORTH-WESTERN CAUCASUS

*Alekseenko V.A.(AUMSU, Novorossiysk; SFedU, Rostov-on-Don,
FSBEI HPE Kuban SAU, Krasnodar), Shvydkaya N.V.(FSBEI HPE
Kuban SAU, Krasnodar)*

Рассматриваемый регион относится к основным в нашей стране зонам рекреационно-туристической деятельности. Кроме того, в нем находится крупнейший морской порт и один из крупнейших заводов по производству цемента. В этом же регионе ведется добыча нефти и газа, заготовка леса, производится значительная часть сельскохозяйственной продукции. Все это заставляет с особым вниманием относиться к происходящим в регионе изменениям эколого-геохимической обстановки под воздействием техногенной деятельности. Наибольшие изменения происходят на сравнительно небольшой территории, занимаемой населенными пунктами. Однако на этой площади находится большую часть своей жизни практически все население региона.

Важную информацию о долгосрочных изменениях в населенных пунктах можно получить при изучении их почв. Они являются своеобразной депонирующей геохимической системой, в которую загрязняющие вещества поступают из атмосферы, поверхностных и почвенных растворов, от городской растительности. При изучении эколого-геохимического состояния почв населенных пунктов региона нами использовалась их геохимическая классификация В.А. Алексеевко (1989,1990,2013). В соответствии с ней, на первом таксономическом уровне были выделены селитренные ландшафты городов с населением свыше 300000 жителей

(г. Новороссийск), менее 100000 (г. Туапсе), а также многочисленных рекреационно-туристических центров. К последним были отнесены и малые поселки между городами Анапа и Темрюк. На втором уровне среди рекреационно-туристических центров выделялись крупные курортные центры (Анапа, Геленджик, Сочи, Adler) и многочисленные курортные поселки. Отметим, что при изучении влияния на окружающую среду, особенно аквальною, иногда возможно объединение городов Новороссийск и Туапсе в одну группу промышленных городов.

Все исследования проводились (более 20 лет) по одной методике (Алексеев В.А. и др., 2012). Данные полученные при изучении населенных пунктов Северо- Западного Кавказа по особенностям распространенности отдельных химических элементов, сравнивались с кларками для почв Земли (Виноградов А.П., 1957), с кларками почв населенных пунктов (Алексеев В.А., Алексеев А.В., 2013; 2014), а также со средними содержаниями в почвах соответствующих (по числу жителей) групп населенных пунктов и в почвах природных (биогеохимических) ландшафтов, на месте которых были созданы рассматриваемые города и небольшие курортные центры.

Для количественной эколого-геохимической оценки изменений, произошедших в изучаемых населенных пунктах, определялись показатели абсолютного (ПАН) и относительного (ПОН) накопления (Алексеев В.А., 2006; 2008). Они показывают, какая масса определенного элемента (его соединений) накопилась или вынеслась из почв, на единице площади (ПАН). А также показывают, какое, относительно других веществ, это вызвало эколого-геохимическое изменение (ПОН) при сравнении с кларком, определенным нормирующим показателем, или с прежним содержанием в изучаемой системе.

Всего при подготовке этого сообщения было использовано несколько десятков тысяч проб почв, отбираемых в основном из верхнего 30 см слоя почв, являющегося их «геохимическим центром». Кроме того, пробы отбирались по отдельным почвенным разрезам. Контроль опробования проводился в объеме 3–5%. Все пробы почв после стандартной подготовки подвергались спектральному анализу в одной аттестованной и аккредитованной лаборатории ФГУ ГП «Кавказгеосъемка». Контроль анализов составлял от 3 до 5 % общего числа проб. Внешний контроль проводился в лабораториях НИИ ГБ, Магадангеологии, ИГЭМа, кафедр почвоведения ЮФУ. Сходимость результатов позволяет

считать аналитические работы хорошими. Методика установления кларков почв населенных пунктов и средних содержаний для их отдельных групп разрабатывалась совместно В.А. Алексеев, Н.П. Лавровым и А.В. Алексеев (2012; 2013; 2014).

Таблица 1
Кларковые и средние содержания ($n \cdot 10^{-3} \%$) ряда химических элементов почвах (вероятность 95%) (по данным В.А. и А.В. Алексеев, В.Н. Серикова, А.В. Суворинова, Е.В. Власовой)

Химический элемент	Кларк		Средние содержания				
	Земли *	населенных пунктов**	ландшафта №14***	населенные пункты Северо-Западного Кавказа			
				Новорос-сийск	Туапсе	курорты побережья	все изучен-ные на С.-З. Кавказе
Ag	0,05	0,04	0,01±0,001	0,03±0,0	0,06±0,0	0,05	0,03
Ba	50,0	85,3	80,0±6,0	171±25,5	155±48,5	128	112
Co	0,80	1,41	2,1±0,03	1,8±0,3	2,5±0,5	2,0	2,3
Cr	20,0	8,0	13,7±1,1	9,8±0,7	10,9±0,8	8,0	9,4
Cu	2,0	3,9	5,8±0,4	2,1±1,4	6,7±1,2	6,0	8,5
Ga	3,0	1,62	1,9±0,01	****	****	1,5	1,8
Ge	0,5	0,18	0,26	****	****	0,2	0,2
Li	3,0	4,95	5,2±0,02	****	****	5,3	5,75
Mo	0,20	0,24	0,26±0,03	0,2±0,00	0,2±0,1	0,2	0,2
Mn	85,0	72,8	147±19	132±10,8	163,8±24	131	127
Ni	4,0	3,30	4,8±0,2	3,0±0,1	5,14±0,6	3,8	4,5
Pb	1,0	5,45	4,2±0,1	9,3±2,7	12,8±5,4	7,5	6,8
Sn	1,0	0,68	0,51±0,01	1,1±0,1	1,2±0,5	0,7	0,65
Sr	30,0	45,7	34±2	****	****	68,9	57,2
Ti	460	47,5	600±31	345±24	548±60	393	47,5
V	10,0	10,4	14,3±0,8	8,3±2,2	15,1±2,5	11,2	13,2
Zn	5,0	15,8	12,3±0,9	31±4,6	58,0±21,	34,4	****

* по А.П. Виноградову

** по В.А. и А.В. Алексеев

*** природный ландшафт, окружающий большинство населенных пунктов Северо-Западного Кавказа, и на месте которого они создавались

**** содержание не установлено

Сначала рассмотрим некоторые общие отличия почв населенных пунктов региона. Как видно из таблицы 1, средние содержания большинства элементов, установленные в целом для почв всех изучаемых в регионе селитебных ландшафтов, незначительно превышают кларк почв Земли. Только для Ag, Cr, Ga, Ge и Sn кларковое содержание больше среднего, установленного для всех селитебных ландшафтов региона, объединенных в одну выборку. Во многом это можно объяснить не только последствиями техногенеза, но и унаследованными геохимическими особенностями почв ландшафта № 14, с более низкими содержаниями ряда химических элементов, чем в почвах Земли. Средние содержания в почвах лесов Северо-Западного Кавказа всех остальных элементов превышают кларк.

Техногенные изменения почв лесных ландшафтов при создании населенных пунктов проходили далеко неодинаково. Так, в целом, создание населенных пунктов привело к выщелачиванию, хотя обычно незначительному, из почв природных ландшафтов Cr, Ga, Ge, Mo, Mn, Ni, Ti и V. Однако в крупнейшем в регионе промышленном центре Новороссийске, по сравнению с первичными лесными почвами, уменьшилась концентрация Co, Cr, Mo, Mn, Ni, Ti и V и увеличилась остальных элементов. В почвах также промышленного города Туапсе отмечено выщелачивание Cr и Ti, а в почвах курортов побережья уменьшилось среднее содержание Cr, Ga, Ge, Mo, Mn, Ni, Ti.

Даже в тех случаях, когда направленность геохимических процессов формирования почв населенных пунктов была одинаковой, количественная характеристика изменений была различной. Рассмотрим это на примере промышленных городов региона с использованием показателей абсолютного (ПАН) и относительного накопления (ПОН) веществ, установленных по состоянию на 2005 г. (табл. 2).

Ряд возрастания содержаний элементов в почвах г. Новороссийска по сравнению с биогенными ландшафтами лесов имеет следующий вид:

$$\text{Sn (3,0)} < \text{Cu (4,2)} < \text{Pb (30,6)} < \text{Zn (117,6)} < \text{Ba (546)}.$$

Ряд уменьшения содержаний содержит шесть элементов:

$$\text{Mo (-0,18)} < \text{Co (-1,8)} < \text{Cr (23,4)} < \text{V (-36,0)} < \text{Mn (-88,8)} < \text{Ti (-1530)}.$$

Таблица 2
Количественная оценка состояния почв городов Новороссийск и Туапсе

Химический элемент	Среднее содержание в почвах, $n \cdot 10^{-3}\%$			ПАН, т/м^2		ПОН	
	Биогенный ландшафт №14	Новороссийск	Туапсе	Новороссийск	Туапсе	Новороссийск	Туапсе
Ba	80 ± 6	171 ± 38	155 ± 48,5	546	449	6,8	5,6
Co	2,1 ± 0,03	1,8 ± 0,1	2,5 ± 0,5	-1,8	2,4	-0,86	1,1
Cr	13,7 ± 1,1	9,8 ± 0,2	10,9 ± 0,9	-23,4	-16,8	-1,7	-1,2
Cu	5,8 ± 0,4	6,5 ± 0,5	6,7 ± 1,2	4,2	5,4	0,7	0,93
Mn	147 ± 19	132 ± 10	164 ± 24	-88,8	100,8	-0,6	0,68
Mo	0,26 ± 0,0	0,20 ± 0,0	0,26 ± 0,1	-0,18	0	-0,7	-
Ni	4,8 ± 0,2	3,0 ± 0,1	5,1 ± 0,6	-10,8	2,04	-2,25	0,43
Pb	4,2 ± 0,1	9,3 ± 2,6	9,3 ± 2,6	30,6	51,6	7,3	12,3
Sn	0,51 ± 0,0	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,5	3	4,14	6,9	8,1
Ti	600 ± 31	345 ± 24,3	548 ± 60	-1530	-314	-2,55	- 0,52
V	14,3 ± 0,8	8,3 ± 0,4	15,1 ± 2,5	-36	4,8	-2,5	0,34
Zn	12,3 ± 0,9	31,9 ± 4,6	58,6 ± 21	117,6	277	9,6	22,6

Ряд накопления элементов, оказывающих наибольшее влияние на экологическое состояние почв города (ПОН > 1), построенный по результатам расчета ПОН относительно природного фона, выглядит следующим образом:

$$\text{Ni (2,25)} < \text{Sn (5,9)} < \text{Ba (6,8)} < \text{Pb (7,3)} < \text{Zn (9,6)} \rightarrow$$

усиливает влияние

Ряд наибольшего влияния уменьшения содержаний (ПОН < -1):

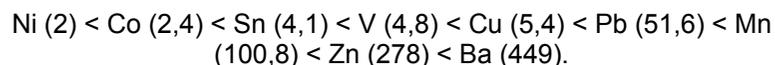
$$\text{Cr (-1,7)} < \text{V (2,5)} < \text{Ti (-2,55)} \rightarrow$$

усиливает влияние

Количественная оценка состояния почв г. Туапсе на основании расчетов коэффициентов ПАН и ПОН позволяет утверждать, что в почвах города по сравнению с почвами биогенного ландшафта лесов по состоянию на 2005 год накопилось (в т/км^2) Ba – 449,4; Co – 2,4; Cu – 5,4; Mn – 100,8; Ni – 2,04; Pb – 51,6; Sn –

4,14; V – 4,8; Zn – 277,8. В то же время произошло уменьшение количества Cr на 16,8 т/км² и Ti на 314,4 т/км² (табл. 2). Не произошло изменений содержания в почвах только одного элемента – Mo.

Ряд увеличения содержаний в почвах, построенный по расчетным ПАН для почв г. Туапсе, по сравнению с первичными почвами, имеет следующий вид:



При этом наибольшее влияние на биоту оказывает накопление в почвах (согласно расчету ПОН) Co (1,1) < Ba (5,6) < Sn (8,1) < Pb (12,3) < Zn (22,6) и уменьшение содержаний Ti (-0,52) < Cr (-1,2).

Сравнение рядов, характеризующих каждый из рассматриваемых промышленных селитебных ландшафтов, позволяет выделить Ba, Sn, Pb и Zn как основные элементы-загрязнители почв данной группы ландшафтов, а Ti и Cr – как основные элементы, для которых характерно уменьшение содержаний. Возможно, что уменьшение содержаний данных элементов связано с вымыванием их из почв и выносом в прилегающие аквальные ландшафты, где они могут оказать определенное влияние на биогеохимические особенности прибрежной водной растительности.

Изменение геохимических особенностей первичных лесных почв (ландшафт №14) произошло и при создании рекреационно-туристических центров в горной части и на побережье Черного моря.

Для ряда курортных городов и поселков Черноморского побережья и горной части Краснодарского края, расположенных на месте ландшафта лиственных лесов №14 (Карта геохимических ландшафтов Краснодарского края и республики Адыгея, 1988), были рассчитаны показатели накопления относительно содержаний элементов в почвах этого биогенного ландшафта и относительно кларка почв Земли. Данные результатов анализа литохимических (почвенных) проб и результаты расчета ПАН и ПОН относительно кларка и относительно фона приведены в таблице 3.

Анализируя полученные результаты, можно заметить, что относительно фона первичных почв, преимущественное значение в обеих группах курортных селитебных ландшафтов имеет накопление бария, олова, цинка, свинца и вынос хрома и молибдена.

В ряде случаев показатели указывают на то, что относительно кларка в ландшафтах курортов происходит накопление элемента, а относительно фона – его вынос (Mn, Mo, V для курортов Черноморского побережья и Cu, Mn, Mo, V для курортов горной части края). Показатели, рассчитанные для олова, указывают на его накопление относительно фона и вынос относительно кларка.

Следует отметить, что почвы Черноморских курортов загрязнены значительно больше (табл. 3). Расчет показателей относительного накопления относительно фоновых содержаний в почвах лесов ландшафта №14 показывает, что основную экологическую

Таблица 3
Средние содержания ($n \cdot 10^{-3}\%$) и показатели накопления ряда химических элементов в почвах курортов Западного Кавказа (по данным Алексеевко В.А., Власовой Е.В., Петрова А.Ю.)

Химический элемент	Кларк почв Земли *	Курортные селитебные ландшафты										
		Черноморского побережья						Горной и предгорной части Западного Кавказа				
		ПАН, т/км ² относительно		ПОН относительно		Среднее содержание		ПАН, т/км ² относительно		ПОН относительно		
		кларка	почв ландшафта №14	кларка	ландшафт №14	кларка	ландшафт №14	кларка	ландшафт №14	кларка	почв ландшафта №14	
Ba	50	80	128	466	288	9,3	3,6	143	561,6	381	11,2	4,8
Co	1	2,1	2,0	6,0	6,6	6,0	3,1	2,1	6,6	-	6,6	-
Cr	20	13,7	8,0	-72	-34,2	-3,6	-2,5	10,8	-55,2	-17,4	-2,8	-1,3
Cu	2	5,8	6,0	24,2	1,2	12,1	0,2	5,3	19,8	-3	9,9	-0,5
Mn	85	147	131	276	-96	3,3	5,3	115	183,6	-188	2,2	-1,3
Mo	0,2	0,26	0,2	1,1	-0,36	54,0	-1,4	0,2	1,1	-0,36	54	-1,4
Ni	4	4,8	3,8	-1,2	-6	-0,3	-1,3	4,8	4,8	-	1,2	-
Pb	1	4,2	7,5	39,1	19,8	39,1	4,7	4,9	23,4	4,2	23,4	1,0
Sn	1	0,51	0,7	-1,6	1,14	-1,6	2,2	0,6	-2,4	0,54	-2,4	1,1
Ti	460	600	393	-401	-1242	-0,87	-2,1	544	506,4	-333	1,1	0,56
V	10	14,3	11,2	72	-18,6	0,72	1,3	13,2	19,2	-6,6	1,9	0,46
Zn	5	12,3	34,4	176	132	35,3	10,8	19,7	88,2	44,4	17,6	3,6

* А.П. Виноградову

опасность для всех курортов Западного Кавказа представляет собой накопление в почвах цинка, бария и свинца и уменьшение содержания никеля, марганца и хрома.

Сравнение средних содержаний элементов всех изученных населенных пунктов с кларком почв населенных пунктов (Алексеев В.А., Алексеев А.В., 2013) показывает, что отличия не существенны и соответствуют колебаниям содержаний этих элементов в группах населенных пунктов, отличающихся по числу жителей (Алексеев В.А., Алексеев А.В., 2014).

Заключение

Проведенные исследования показали, что на создание современного геохимического облика почв населенных пунктов Северо-Западного Кавказа оказало, кроме процессов техногенеза, влияние геохимических особенностей почв региона.

Процессы техногенеза при формировании промышленных селитебных ландшафтов привели к существенной концентрации, по сравнению с первичными почвами природных ландшафтов, в почвах Ва, Zn, Sn, Pb. Одновременно с накоплением указанных элементов, произошло уменьшение содержаний в почвах промышленных ландшафтов Ti и Cr. Наибольшее влияние на организмы могут оказать накопление Pb, Zn, Ba и Sn.

При формировании курортов в почвах накапливались в основном те же элементы (Ba и Zn), а уменьшалось содержание Ti, Mn, V, Cr.

Количество накапливающихся и выносимых из почв элементов было различным при образовании курортов и промышленных городов.

Литература

1. Алексеев В.А. Ландшафтно-геохимические исследования и окружающая среда. – Ростов-н/Д.: Изд-во Ростов. ун-та, 1989. – 126 с.
2. Алексеев В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда.- М.: Недра, 1990. – 142 с.
3. Алексеев В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Универ. Книга; Логос, 2006. – 520с.
4. Алексеев В.А., Суворинов А.В., Власова Е.В. Металлы в окружающей среде. Лесные ландшафты Северо-Западного Кавказа: Монография.- М.: Универ. книга, 2008.- 264 с.: ил.
5. Алексеев В.А., Лавров Н.П., Алексеев А.В. Кларки химических элементов почв селитебных ландшафтов. Методика проведения

исследований // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии: науч. журнал. – Семей, 2012. №3(20). - С. 120 - 125

6. Алексеев В.А., Алексеев А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. – Ростов-н/Д.: Изд. ЮФУ, 2013. – 383с.

7. Алексеев В.А., Алексеев А.В. Химические элементы в городских почвах. – М.: Логос, 2014. – 336 с.

8. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд – во АН СССР, 1957

9. Карта геохимических ландшафтов Краснодарского края и республики Адыгея.- М.: ГУГК при Совете Министров СССР, Роскартография, 1988.

10. Перельман А.И. Геохимия.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989. – 528 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ДОННОГО РЕЛЬЕФА И ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕХНОГЕНЕЗА

Жамойда В.А., Рябчук Д.В. (СПбГУ, ВСЕГЕИ; СПб), Григорьев А.Г., Кропачев Ю.П. (ВСЕГЕИ, Санкт СПб), Сергеев А.Ю. (БФУ им.И.Канта), Евдокименко А.В. (СПбГУ, СПб)

Геологическая съемка и мониторинг состояния геологической среды прибрежно-шельфовых зон Белого моря и российских частей Балтийского и Баренцева морей, а также специализированные исследования, проведенные ВСЕГЕИ в Черном и Аральском морях, позволили обнаружить и исследовать многочисленные следы техногенной деятельности на морском дне, а также крупные затопленные объекты. Среди специализированных работ можно также перечислить: обследование береговых зон восточной части Финского залива, акваториальную периферию Самбийского п-ва, Куршской и Балтийской кос, съемку планшетов в районе станций экологического мониторинга морского нефтяного месторождения «Кравцовское» (Д6) и наблюдения в режиме мониторинга нефтепровода от этого месторождения, поиск и обследование потенциально опасных затопленных объектов, съемку в районе проектируемого полигона ветроэнергетики, обследование подводных свалок грунта, изучение трасс прокладки кабелей, поиск строительных песков и др.

Значительная часть обследованных техногенных объектов существенным образом влияет на ход естественных процессов седиментации, трансформируя природный рельеф дна и изменяя распределение поверхностных донных осадков. В некоторых случаях изменение литодинамических процессов носит знакопеременный характер. Наибольшим антропогенным изменениям подверглось дно восточной части Финского залива и, особенно, Невской губы. В то же время следы техногенной деятельности обнаруживаются практически на любых мелководьях Балтийского и других морей, в том числе в пределах их относительно глубоководных седиментационных бассейнов.

Отрицательные формы донного рельефа, сформированные в результате техногенной деятельности и нарушающие природный литодинамический баланс, в некоторых случаях могут провоцировать резкую активизацию седиментационных процессов. В качестве примера можно привести лавинообразную аккумуляцию донных осадков, наблюдаемую в некоторых подводных карьерах и фарватерах Финского залива, и в первую очередь - Невской губы.

В частности, со дна восточной части Финского залива в течение многих лет производится добыча строительных песков и гравийно-песчаных смесей преимущественно с поверхности прибрежных аккумулятивных песчаных террас, сформированных в раннем-среднем голоцене во время регрессий Литоринового моря. При изучении участков морского дна на прибрежном мелководье северного берега Финского залива, в пределах которых расположены подводные песчаные карьеры, использовалась гидролокация бокового обзора и непрерывное сейсмоакустическое профилирование, в результате чего были обнаружены многочисленные техногенные впадины с относительной глубиной, достигающей нескольких метров. Предполагалось, что эти депрессии должны заполняться песками, формирующими тело окружающих террас. Донный пробоотбор с использованием герметичных грунтовых трубок и бокс-корера позволил установить, что в этих понижениях техногенного рельефа морского дна, происходит накопление слоистых алевро-пелитовых илов. Мощность этих илов превышает 50 см. На основании этого факта можно утверждать, что даже в условиях активных волновых процессов, в пределах бывших подводных карьеров не происходит восстановления песчаного слоя. Изучение распределения по разрезу грунтовых коло-

нок Cs¹³⁷ с фиксацией пика Чернобыльского следа показало крайне высокие скорости осадконакопления, достигающие 1.2 см/год.

Довольно близкие по характеру изменения осадконакопления были установлены также в Выборгском заливе, где в 2006-2008 гг. компания «Петротранс» производила производственно-экспериментальную добычу железомарганцевых конкреций с использованием судна «Lauweg». Всего было извлечено около 60 000 тонн конкреций. Площадь подводной добычи конкреций была изучена в 2012-2015 гг. с использованием гидролокатора бокового обзора и многолучевого эхолотирования, сопровождавшихся подводными видеосъемками и донным пробоотбором. В пределах подводных траншей глубиной до 0.5-1.0 м, выработанных добычным судном, условия осадконакопления подверглись существенным изменениям. Ранее существовавшие в ненарушенных природных условиях процессы замедленного или почти нулевого терригенного осадконакопления, сопровождавшиеся конкрециеобразованием, сменились внутри подводных траншей активной аккумуляцией алевро-пелитовых илов. Мощность поверхностного слоя илов позволяет предположить аномально высокую скорость современной седиментации (до 1-1.5 см/год). Сферические конкреции и их обломки встречаются в траншеях относительно редко и, как правило, захоронены под слоем осадков на глубине 5-10 см. Отсутствие микроконкреций и сглаженные поверхностные текстуры у захороненных конкреций свидетельствуют о том, что их рост прекратился. Конкреции законсервировались, а может быть и растворяются, что подтверждается и данными геохимических анализов. Сопоставление геохимических структур конкреций, отобранных в природно ненарушенных условиях и на площадях, где производилась их добыча, показывает их существенные различия. Очевидно, это результат селективного выноса элементов из растворяющихся конкреций, которые в данном случае становятся источником вторичного загрязнения иловых и придонных вод. Можно предположить, такая ситуация будет сохраняться до тех пор, пока подводные траншеи, оставленные добычным судном не будут заполнены илами и седиментационное равновесие не будет восстановлено.

В то же время искусственные положительные формы донного рельефа, в частности образованные при дампинге грунтов, обычно подвергаются быстрому размыву, т.к. и в этом случае природные процессы стремятся восстановить естественную сре-

ду, существовавшую до вмешательства техногенных факторов. Так гигантский конус выноса, сформированный в береговой зоне в районе поселка Янтарный (Калининградская область) за счет сброса пульпы в море из янтарного карьера, к настоящему времени практически не фиксируется на дне ни по изменению состава донных отложений, ни по формам микрорельефа.

Динамика изменения условий осадконакопления была прослежена в режиме ежегодного мониторинга (2003-2010 гг.) вдоль трассы подводного нефтепровода на Калининградском шельфе. Сопоставление результатов сонарного профилирования показало, что наиболее существенные изменения микрорельефа дна и распределения донных отложений вдоль трассы трубопровода произошли непосредственно после его прокладки. На значительной части трассы образовались промоины (протяженностью вдоль трубы до сотен метров и шириной до 15 м), характеризующиеся более грубозернистым составом поверхностных донных осадков. В последующие годы произошла относительная стабилизация условий седиментации, а интенсивность модификации состава донных отложений и микрорельефа дна вдоль трубы резко уменьшилась.

Результаты проведенных исследований позволяют предварительно классифицировать макрообъекты антропогенной деятельности по различным параметрам:

Площадь воздействия:

- площадное (районы добычи полезных ископаемых, карьеры, площади активного рыболовства с применением донных тралов, свалки грунтов),

- линейное (подводные трубопроводы, фарватеры с дноуглублением, кабели, следы траления, следы волочения якорей, подводные оборонительные и берегозащитные сооружения и т.д.),

- локализованное (подводные гидротехнические сооружения, такие как основания буровых платформ, донные измерительные станции, а также техногенные объекты, затопленные в результате аварий или боевых действий).

По характеру воздействия на геологическую среду объекты можно разделить на объекты:

- с прямым перемещением природного грунта и созданием нового рельефа (площади подводной добычи строительных песков и песчано-гравийных смесей, а также мелководных железо-

марганцевых конкреций, дноуглубление в районах строительства новых портов и судоходных каналов, грунтовые свалки и т.д.);

- с косвенным влиянием, когда гидротехнические сооружения потенциально меняют естественный ход процессов (образование промоин вдоль трасс подводных трубопроводов, аккумулятивные формы вдоль линейных гидротехнических сооружений, прерывающих потоки наносов и т.д.).

Работы по обработке и интерпретации геофизических данных, полученных в юго-восточной части Балтийского моря, были профинансированы Российским научным фондом (грант 14-37-00047), сбор геологических данных в восточной части Финского залива частично профинансирован Российским фондом фундаментальных исследований (грант 14-05-91763).

TRANSFORMATION OF THE SEA BOTTOM RELIEF AND NATURAL SEDIMENTATION PROCESSES AS A RESULT OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY.

Zhamoida V.A., Ryabchuk D.V. (SPSU, VSEGEI, SPb), Grigoriev A.G., Kropachev Y.P. (VSEGEI, SPb), Sergeev A.Y. (Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad); Evdokimenko A.V. (SPSU, VSEGEI; SPb)

Geological survey and special investigations, including monitoring assessment of geological environment state, in the eastern Gulf of Finland, Russian sector of the southern-eastern Baltic Sea, Dvina Bay of the White Sea, Black, Aral and Barents seas carried out by Russian Research Geological Institute (VSEGEI) allowed to find and study numerous large sunken artificial objects and different traces of underwater anthropogenic activity. The special investigations also includes participation in ecological monitoring of Kravtsovskoe (D-6) offshore oilfield and its infrastructure, tracing of the under-water cable routes, searching of sunken potentially hazardous objects (vessels and chemical munitions dumping areas), inspection of the areas of underwater mining and dumping areas, etc.

Most of these objects essentially influence upon the conditions of sedimentation transforming bottom relief and distribution of bottom sediments. In some cases accumulation processes are changed into erosion and vice versa. The easternmost part of the Gulf of Finland is the area of highest level of anthropogenic transformation of the bottom

surface, but some traces of anthropogenic activity can be found in every part of the Baltic and other seas including bottom of the deepest sedimentation basins.

Negative forms of bottom relief, formed as a result of anthropogenic activities and violating the natural balance of lithodynamic, in some cases, can trigger a sharp intensification of sedimentation processes. As examples it is possible to mention avalanche sediment within some manmade depressions forming during underwater mining and fairways in the eastern Gulf of Finland and Neva Bay.

In particular the aggregates (sand and sandy-gravel mixtures) are extracted from the bottom of the eastern Gulf of Finland mainly within near-shore sand terraces formed in Early-Middle Holocene during Littorina Sea regressions. Study of the areas of sand under-water mining using side-scan sonar and seismic acoustic profiling allowed finding numerous technogenic depressions with relative depth up to several meters. It was supposed that these bottom relief forms have to be filled in by surrounding sand. But sediment sampling using gravity-cores and box-core within these depressions near the northern coast of the gulf showed accumulation of laminated silty-clayey mud layer more than 50 cm thick. It may be stated that even in conditions of active wave processing in coastal zone, restoration of sand deposits within the former underwater quarries does not take place. Study of Cs¹³⁷ distribution in the sediment core with Chernobyl peak fixing allowed determining high sedimentation rate (up to at least 1.2 cm/year).

Resembling situation was found within the area in the Vyborg Bay, where in 2006-2008 "Petrotrans ltd" carried out an experimental underwater extraction of ferromanganese concretions using dredge pump vessel "Lauwer". Totally, it was extracted about 60 000 tonnes of concretions. The area of underwater mining was investigated in 2012-2015 using side scan sonar and multibeam echosounding profiling, as well as underwater video-observations and sediment sampling. Within the trenches (0.5-1.0 meter depth) left by mining vessel, conditions of sedimentation were markedly changed. Former slow or almost zero clastic sediment accumulation accompanied by concretions growth within this area was changed by intense silty-clayey mud accumulation. The thickness of silty-clayey mud surface layer suggests abnormally high (up to 1-1.5 cm/year) recent sedimentation rate. Spheroidal concretions (up to 1 cm in diameter) and their debris are rare and mainly found buried in the sediments at a depth of 5-10 cm.

Lack of microconcretions and smoothed surface of buried concretions indicate that the concretions at present do not grow. Concretions are conserved or, more likely, dissolved. This supposition is confirmed by geochemical data. Comparison of the geochemical structure of concretions sampled within the area of underwater mining and outside it allowed to identify their noticeable difference. It can be assumed that this was a result of selective removal of elements from dissolving concretions. Thus, the concretions remaining after underwater mining as a result of change of sedimentation conditions have become a secondary source of contamination of bottom sediments. It is possible to predict further dissolution of concretions buried in the sediment and their subsequent formation at the periphery of the areas of modern silty-clay mud accumulation after the trenches left by the dredger will be filled by sediments and sedimentation equilibrium will be restored.

At the same time, positive anthropogenic landforms in particular formed by the underwater ground dumping usually undergoes rapid erosion, as in this case the natural processes tend to restore the natural environment that existed before the anthropogenic activity impact. So a huge alluvial cone formed in the coastal area near Yantarny (Kaliningrad region) due to the discharge of the sediment pulp into the sea from the amber mining at present practically disappeared.

Analysis of data based upon the results of side-scan sonar profiling, multibeam echosounding, and sediment sampling allowed to classify underwater anthropogenic objects by different parameters.

For example these objects can be divided according the area of their influence for:

- areal (areas of underwater mining, areas of intense fishery using bottom trawl, dumping areas);
- linear (underwater pipe-lines and cables, marine navigation channels, single trawl or anchor traces, under-water defensive constructions, etc.);
- local (vessels or any other constructions sunken as a result of military operations or some accident, local hydrotechnical constructions, under-water monitoring stations, etc.).

The anthropogenic activities can also be divided by the character of its effect on the sea bottom on those which:

- directly form the new bottom relief and redistribute bottom sediments (under-water sand and Fe-Mn concretions mining, new harbor dredging, soil dumping, etc.);

- indirectly transform bottom relief and sediment distribution by local change of near-bottom condition of sedimentation (gullies along under-water pipe-lines, accretion bodies along hydrotechnical constructions of linear form, etc.).

Processing and interpretation of geophysical data obtained in southern-eastern Baltic Sea was financed by the Russian Scientific Fund (grant 14-37-00047), the geological data collection in the eastern Gulf of Finland was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant 14-05-91763).

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В НЕФТЯХ И ПЛАСТОВЫХ ВОДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НГП

***В.В. Закиров (ООО «АМТ-СЕРВИС», г.Ноябрьск)
dolss251290@mail.ru***

MICROELEMENTS ARE OILS AND STRATAL WATERS OF DEPOSITS HYDROCARBONS OF VOLGO-URALS NGP

***V.V.Zakirov (ООО «АМТ-SERVIS», Noyabrsk)
dolss251290@mail.ru***

Исследование содержания и распределения микроэлементов (МЭ) в углеводородном сырье (УВ) различных нефтегазоносных бассейнов (НГБ) актуальны, как с генетической, так и практической позиций. В настоящее время в составе нефтей установлено более 30 элементов-металлов и 20 элементов-неметаллов. Несмотря на относительно невысокую концентрацию в нефтях, МЭ могут дать ценную генетическую и практическую информацию.

Установлено, что средние концентрации МЭ в нефтях имеют общую тенденцию последовательного снижения в ряду: Cl, V, Fe, Ca, Ni, Na, K, Mg, Si, Al, J, Br, Hg, Zn, P, Mo, Cr, Sr, Cu, Rb, Co, Mn, Ba, Se, As, Ga, Cs, Ge, Ag, Sb, U, Hf, Eu, Re, La, Sc, Pb, Au, Be, Ti, Sn. С позиции практического использования сегодня наиболее интересны переходные и щелочноземельные металлы - V, Ni, Fe, Zn, Ca, Hg, Cr, Cu, Mn, способные образовывать р – комплексы. Обычно, более 90% от общей концентрации МЭ в УВ со-

ставляют V и Ni, однако их содержание в УВ различных по составу и возрасту коллекторов объектов весьма различно. На объектах Волго-Уральского НГБ максимальные концентрации V и Ni свойственны нефтям терригенных комплексов D и C1, карбонатных комплексов D3–C1 и P1. Высокие содержания Br, Sr и K отличаются пластовые воды терригенных D, C1 и карбонатных D3 – C1, C2-3 и P1 комплексов. Содержание МЭ, приведённые в таблице 1, нередко превышает соответствующие уровни кондиционных значений (ppm) для нефтей (V–100, Ni – 50) и пластовых вод (Br – 200, Sr – 300, K – 1000).

Пластовые воды по концентрации МЭ являются промышленными. Исследование спектра и особенностей концентрации МЭ, в первую очередь «биофильных» в УВ месторождений различных НГБ актуально для решения вопросов генезиса, оптимизации прогнозирования и поисков, добычи и комплексной переработки сырья, обеспечения экологической безопасности. Наиболее перспективные зоны нафтаметаллогенических провинций нуждаются в специализированных исследованиях, для количественной оценки содержащихся в УВ ценных МЭ. Это, несомненно, справедливо как для новых площадей нефтегазодобычи бассейнов востока Евразии, так и старых регионов, перспективы которых увязываются с потенциальными ресурсами глубокозалегающих комплексов R-V (Волго-Уральский НГБ) НГО.

В настоящее время особую актуальность в системе комплексного экологического мониторинга качества окружающей природной среды в зонах размещения объектов добычи углеводородного сырья приобретает радиологический контроль, осуществление. Сведения о высокой радиоактивности нефтеводяной смеси на участках действия нефтедобывающих предприятий, превышающей в 5-30 раз радиоактивность сбросовых вод АЭС, активизировали работу природоохранных служб. Содержания Ra226, Th232 в нефтях и пластовых водах превышают до 40-50 раз предусмотренные нормы радиационной безопасности (НРБ-99). В сопредельных с Оренбуржьем нефтеносных районах Волго-Уральской провинции (Татария, Башкирия, Пермская, Саратовская области) по данным Головной и базовой лаборатории радиационного контроля Минтопэнерго России на нефтепромысловых площадках установлены аномальные интенсивности гамма-излучения, в 60 раз превышающие фоновые. Намечена их связь с естественной радиоактивностью и рекомендовано прове-

дение систематического радиационного контроля. Ra226 и продукты его распада наиболее опасные из всех природных радионуклидов и могут поступать в пищевые цепи, а также подземные воды питьевого назначения. Для этого, с целью выработки стратегии предотвращения негативного влияния Ra226 на здоровье жителей нефтегазодобывающих регионов необходимо обязательное определение изотопов радия в объектах окружающей среды в качестве составной части экологического мониторинга этих территорий. Спектр, рентабельно извлекаемых из УВ, ценных МЭ будет расширяться, будут совершенствоваться технологии извлечения МЭ из УВ и пластовых вод.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА “СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ”

*Зеленковский П.С., Подлипский И.И., (СПбГУ), Хохряков В.Р.,
(НП «Смоленское Поозерье»)*

ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL RESEARCH IN THE NATIONAL PARK "SMOLENSK LAKE LAND"

*Zelenkovskii P.S., Ph.D., Podlipsky I.I., Ph.D. (SPSU),
Khokhryakov W.R., Ph.D. (NP "Smolensk Lakeland")*

Введение. Заповедное дело, занимающееся сохранением и изучением биоразнообразия, уникальных природных экосистем, ландшафтов, памятников неживой природы, является значимой для нашей страны отраслью. Одним из важнейших типов особо охраняемых природных территорий (ООПТ), является “Национальный парк”. Его особенностью является комплексный подход к охране и использованию природных ресурсов. На территории национального парка выделяются функциональные зоны, предназначенные как для строгой охраны и изучения природных комплексов, так и для рекреационного использования природных ресурсов: создаются условия для отдыха, эко-туризма. Данный подход позволяет с одной стороны проводить охрану ценных природных комплексов, а с другой - реализовывать политику эко-образования и, таким образом, получать дополнительных доход, что де-

лает подобные учреждения более независимыми и стабильными в финансовом плане. Однако данное туристическое и рекреационное воздействие определяет необходимость более тонкого расчета допустимой антропогенной нагрузки, чтобы соблюсти главное условие создания ООПТ – охраны природных систем. Создание и обеспечение работы эффективной мониторинговой системы на территории ООПТ отвечает целям контроля экологического состояния объекта и антропогенного воздействия, позволяет оперативно выявлять и устранять очаги загрязнения, уточнения данных о миграции и накоплении поллютантов в средах.

Национальный парк “Смоленское Поозерье”, имеющий статус биосферного резервата программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера (МАБ), является важнейшей частью системы природоохранных территорий России.

Территория национального парка, в соответствии со схемой функционального зонирования, разделена на несколько участков, на которых предполагается ограничение природопользования в различной степени. Выделяются: заповедная зона (предполагает полное отсутствие деятельности человека, кроме научно-исследовательской), особо охраняемая зона (представляющая буферную территорию, отделяющую заповедную), рекреационная зона (предполагает различные виды туризма), зона хозяйственного назначения (инфраструктурные объекты) и зона экстенсивного природопользования (предполагает различные виды хозяйственной деятельности).

На территории национального парка насчитывается 35 озер ледникового происхождения, которые являются, по сути, одной гидролого-гидрогеологической системой, связывающей в единое целое все функциональные зоны парка. Это создает предпосылки для распространения загрязнений и определяет острую необходимость глубокой проработки и настройки системы мониторинга.

Выделение на общем фоне локальных источников загрязнения, которые еще не внесли свой значимый вклад в общее состояние территории, но, тем не менее, потенциально опасных в будущем, крайне важная практическая задача. Выполнение этой задачи в условиях потенциально чистой территории строго заповедной зоны национального парка затруднительно вдвойне, ввиду низких концентраций поллютантов, тем не менее, необходима с точки зрения обеспечения защиты природных комплексов от антропогенного влияния.

Полевые работы. В рамках учебно-производственной практики студентов 3 курса бакалавриата по программы “Экология и недропользование” совместно с национальным парком «Смоленское Поозерье» в 2014 году были начаты работы по эколого-геологическому обследованию территории резервата.

В перечень работ входило обследование водосборной площади озер Сапшо, Рытое, Чистик, Круглое, Мутное – в центральной части НП, а также системы озера Лошамье, находящегося в заповедной зоне.

Выбор участков работ был обусловлен необходимостью с одной стороны охватить исследованиями разные функциональные зоны, а с другой – положить начало изучению всей гидрологической системы парка. Поэтому в качестве точки отсчета было выбрано озеро Сапшо, к водосборной площади которого приурочены основные антропогенные объекты территории и которое, ко всему прочему, занимая центрально положение в резервате связано с остальными озерами. В следующие годы работы направлены на расширение наблюдательной сети и создание единой карты эколого-геологического состояния национального парка.

Работы по обследованию эколого-геологического состояния сред (почвы, донные осадки, вода, биота) могут дать ценную информацию не только об их состоянии, но и стать основой для разработки региональных нормативов фоновых значений содержания различных веществ.

Экологическая ситуация в НП неоднозначна. Например, одним из участков с потенциально фоновой нагрузкой (заповедная зона), является территория водосборной площади оз. Лошамье. Несмотря на это по результатам мониторинга прошлых лет, проводимого администрацией Национального парка совместно с аттестованными лабораториями г. Смоленска на оз. Лошамье было установлено превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурного водопользования) содержания ртути в приповерхностной воде в 2008 и в 2009 г.. По данным опробования донных осадков в 2014 году также были отмечены повышенные концентрации ртути в отдельных пробах.

Работы 2015 годы были направлены на опробование почвогрунтов вод и донных осадков центральной части национального парка, а также уточнение экологической ситуации в районе оз. Лошамье.

В ходе работ 2015 г, были опробованы системы озер Сапшо, Рытое, Чистик, Круглое, Мутное, Лошамье, Баклановское, отобраны пробы донных осадков. Проведен отбор проб ихтиофауны для проведения анализа на содержание тяжелых металлов в тканях рыб.

Эколого-геологическая оценка состояния почво-грунтов на территории состояла в отборе проб по профилям 100, 200, или 400 метров, в зависимости от объекта.

Пробы почвы на всех объектах отбирались методом конверта, соответственно ГОСТу – 17.4.3.01-83 «Общие требования к отбору проб», то есть каждая проба состояла из почвы, отобранной по углам и в центре. Каждая проба весом около ста грамм. Растительность была отобрана в непосредственной близости от пикета по всему периметру кроны (чаще всего кора, или листья березы).

Донные отложения отбирались в два этапа. Первый заключался в отборе проб прибрежных на расстоянии 15-30 метров от берега на глубинах не более 1-2 метров. Так были отобраны 26 проб вдоль берега озера Сапшо по территории посёлка через каждые 100 метров, 12 проб по озеру Рытое, 5 проб по периметру озера Чистик, 2 на озере Мутное и 1 на озере Глубокое. Второй этап производился по регулярной сети 200x200 м по озеру Сапшо с промером глубин при помощи бентосного дночерпателя, аналога ковша Ван Вин. В 2015 году к данной сети пробоотбора были добавлены участки и точки в акваториях озер Баклановское, Рытое и Чистик.

Полученные пробы проходили все этапы пробоподготовки и анализировались в лабораториях ресурсных центров СПбГУ.

Пробы грунта перед анализом доводятся до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу (с целью прекращения микробиологических процессов и связанных с ними биохимических изменений), измельчаются в фарфоровой ступке и просеиваются через набор сит с размером

Полученные навески анализируются с использованием портативного рентгенофлуоресцентного анализатора Olympus Innov-X Delta. Получены данные по таким элементам как Ca, Pb, V, Ti, Sr, Zr, Cr, Mn, Fe, Zn, Rb, Co.

Начальные результаты. По итогам первых двух лет работы были отобраны и проанализированы пробы почв, донных осадков и растительности на двух участках НП.

Первичная оценка экологического состояния почв и почвогрунтов на территории национального парка свидетельствует о невысокой антропогенной нагрузке даже в зоне экстенсивного природопользования. Превышений показателя ПДК по тяжелым металлам не обнаружено. Значения комплексного показателя загрязнения почв Zc колеблется от первых единиц до 16, редко превышая 25. Стоит отметить, что данная закономерность характерна как для центральной части НП, так и для заповедной зоны.

Неоднозначность распределения некоторых тяжелых металлов и металлоидов на территории, в целом достаточно низкого антропогенного воздействия, делает интересным, с научной точки зрения, продолжение работ для выяснения закономерностей их распределения.

По результатам исследования химического состава донных осадков, было установлено что донные осадки озер Сапшо и Чистик имеют несколько более высокие показатели содержания тяжелых металлов, однако даже в этих озерах лишь единичные пробы характеризуются Zc более 30. Факторный анализ параметров донных отложений показал вполне объяснимые закономерности связанные с увеличением илистости осадка с глубиной. Кроме того, был выделен фактор отвечающий за распространение группы элементов Pb, Mn, Fe, Zn, Co. Эти элементы из предыдущего анализа имеют высокий коэффициент корреляции друг с другом. По составу основных закрепляющих элементов можно сделать вывод о появлении марганцевого минералогического барьера в донных отложениях. Такие барьеры наиболее распространены на гидроморфных ландшафтах, где минералы марганца представлены преимущественно оксидами, среди которых доминирует вернадит $d\text{-MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Вернадит и другой распространенный оксид – бернессит – закрепляют многие тяжелые металлы-манганофилы: Ni, Co, Cd, Pb, Zn [1]

Геохимическая обстановка в районе оз. Лошамье в целом практически не отличается от остальной обследованной территории, за одним исключением. По данным мониторинга прошедших лет, проводившейся администрацией национального парка «Смоленское Поозерье», в поверхностной воде заповедного озера Лошамье было выявлено превышение ПДК по содержанию ртути, что привело к необходимости проведения полного анализа природных компонентов водосборной площади данного озера.

По результатам комплексного эколого-геохимического исследования природных компонентов территории водосборной площади заповедного озера Лошамье установлено, что по расчёту суммарного загрязнения данный участок относится к категории «Допустимая». Показатель Zc колеблется от 1 до 10. Выявлено однократное превышение ПДК по таким элементам как Zn, Mn и Hg. Исследование по определению ртути в природных компонентах установило, что ее валовое содержание не превышает ПДК. Однако зафиксировано, что коэффициент концентрации в нескольких пробах донных отложений, отобранной с глубины, превышает в 5 раз (на глубине 8 м), также отмечена неравномерность распределения ртути в почвах. Накопление на данном участке данного элемента отмечено такими условиями как глубина озера и рельеф территории. Данные о высокой концентрации ртути в воде озера в 2008-09 годах, а также общая картина её распределения в донных осадках и почвах (результаты обследования 2014-15 гг.) может свидетельствовать о разовом загрязнении объекта, с последующей миграцией ртути и накоплением в донных осадках. В целом невысокие содержания элемента в средах говорит о незначительных объемах поступления поллютаната, однако резко контрастный характер распределения, говорит об антропогенном источнике загрязнения.

Данный пример показывает, что даже в условиях резервата, антропогенное воздействие может быть значимым, но, вместе с тем, достаточно сложно прогнозируемым. Поэтому одной из задач эколого-геологических исследований, проводимым в национальном парке является совершенствование мониторинговой сети национального парка и организация систем быстрого определения антропогенного воздействия, разработка методики и разбивка сети долгосрочных наблюдений.

Контроль содержаний ТМ в средах является одной из задач комплексного мониторинга условий природной среды. Вместе с тем, задачи оперативного контроля состояния окружающей природной среды на таких объектах как особо охраняемые природные территории, немыслимы без четких представлений о фоновых содержаниях поллютантов.

Определение фоновых содержаний элементов и соединений (кларков) является важнейшей эколого-геохимической задачей, предвещающей любые эколого-геологические исследования и является основой для мониторинга.

Вопрос определения фона является дискуссионным. Так, в нормативных документах (например, “О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами”) определено, что под регионально-фоновым содержанием химических веществ понимается их содержание в почвах территорий, не испытывающих техногенной нагрузки. В этом же документе приводится таблиц некоторых средних значений (см. табл. 1).

Таблица 1
Фоновое содержание валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в почвах (мг/кг)

Почвы	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	28	0,05	6	0,05	8	3	6	1,5
Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые	45	0,12	15	0,10	15	10	30	2,2
Серые лесные	60	0,20	16	0,15	18	12	35	2,6
Черноземы	68	0,24	20	0,20	25	15	45	5,6
Каштановые	54	0,16	16	0,15	20	12	35	5,2

Однако подобные данные лишь отдаленно пригодны для исследований, так как совсем не учитывают региональных условий и особенностей, в частности геохимической специализации материнских пород почв. По исследованию ряда ученых, в зависимости от геохимической провинции, вариации фоновых содержаний могут значительно отличаться. Например, Кларк для почв США всего 40 мг/кг, а в почвах Дании среднее содержание Сг уменьшается до 12 мг/кг. Стоит отметить, что методы расчета значения фона (кларков) может различаться: быть средним арифметическим, средним геометрическим или модальным [1].

Из статистики известно, что параметрическое среднее значение адекватно отражает распределение с известными границами ряда. Но глобальное распределение тяжелых металлов и металлоидов в почвах, образовавшихся на разных породах, не отвечает этому условию. Поэтому следует подсчитывать непараметрическое среднее; чаще всего определяют медиану. Геохимики еще в 60-годах XX в. рекомендовали при незаконном статистическом распределении принять за фоновое содержание тяжелых металлов и металлоидов медиану. В настоящее время имен-

но медиану используют для геохимической характеристики среднего содержания тяжелых металлов и металлоидов. Среднее арифметическое значение за счет единичных «ураганных» концентраций оказывается сильно завышенным по сравнению с медианным. Это надо иметь в виду при использовании кларков по Виноградову, где приведены средние арифметические значения [1].

В результатах мониторинговых наблюдений, которые проводятся Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды института глобального климата и экологии РФ с 2010 года для почв НП Смоленского Поозерья были определены фоновые содержания свинца, кадмия и меди. Значимых содержаний ртути в почвах обнаружено не было (см. табл. 2).

Таблица 2
Средние концентрации приоритетных загрязняющих веществ в почве в 2012-2013 годах и диапазоны значений за период 2004-2013 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга [2]

Заповедник / ООПТ	Почвы опробования	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г.
НП Смоленское Поозерье	Дерново-подзолистые и болотно-подзолистые суглинистые	3,7-10,0	8,8*	0,12-0,35	0,35*	2,2-16,0	11,9*

В целом, такие результаты могут служить лишь некоторым ориентировочным оценочным критерием, однако непригодны для целей мониторинга и оперативного контроля загрязнений. Во-первых, методика измерений, разработанная для оценок глобального характера (в масштабах страны) подразумевает небольшое количество фактического материала, лежащего в основе результатов (измерения проводятся 1 раз в несколько лет, неясна выборка). Во-вторых, перечень контролируемых показателей крайне скуп. В списке отсутствуют такие важные поллютанты, как цинк, мышьяк, хром, кобальт и т.д.

Работы по определению фоновых показателей заложены на двух модельных участках:

- Участок водосборной площади оз. Лошамье, который является частью строго заповедной зоны;

- Участок центральной части НП, включающий водосборную площадь озер Сапшо, Баклановское, Рытое, Чистик. Данный участок характеризуется разным режимом хозяйствования: зоны рекреационная и хозяйственная, а также зона экстенсивного природопользования (антропогенное влияние здесь потенциально выше, чем на участке 1).

Первичные результаты анализов свидетельствуют о некоторых закономерностях.:

- Показатели содержания различных элементов в почвах двух участком не практически не отличаются.

- Содержание ряда элементов в пробах почв незначительны. При наличии в целом проб со значимыми показателями (от 10 до 40 % от общей выборки), этого недостаточно для определения фоновых показателей (медь, хром, кобальт, никель, мышьяк). Ряд проб будет проанализирован более чувствительными методами. Стоит отметить, что фоновое содержание меди в почвах НП согласно [2] составляет 11 мг/кг, однако наши исследования показывают, что это значение ниже 10 мг/кг.

- По итогам уже проведенных работ, к общему списку фоновых содержаний в почвах национального парка можно добавить следующие позиции, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Фоновые значения содержаний некоторых элементов в почвах НП "Смоленское Поозерье"

Элемент	Значения содержаний элементов, мг/кг	
	Центральная часть НП	Заповедная зона
Mn	518	318
Fe	13031	-
Zn	36	35
Pb	18	14
Sr	106	91

Планируемые работы.

Работы 20014-2015 гг. планируется продолжить для развития существующих тем, постановки решения новых задач.

Предлагаемые экспедиционные работы будут включать продолжение мониторинговых исследований почв водосборных площадей, воды и донных осадков озер Сапшо, Рытое, Чистик,

Круглое, Мутное, Бол. и Мал. Стречное, Лошамье, Баклановское и др. а также проведение площадной литохимической съемки территории пос. Пржевальское и прилегающих территорий, в ходе которых предполагается решение следующих задач:

- Продолжение эколого-геологической оценки территории;
- акцентированное определение закономерностей распределение некоторых поллютантов (ртуть, мышьяк) в природных средах;
- определение состояния водных (текучих и стоячих) объектов по ряду биологических показателей, изучение экологических групп водных организмов и растений, мониторинг гидрогеологического и гидрологического режима;
- уточнение границ заповедных зон с точки зрения геохимии, геологии и гидрогеологии. обоснование зон ограниченного водопользования за пределами заповедника (по результатам решения гидрологической и гидрогеологической задач), оценка проявления радиологических факторов риска на территории парка;
- разработка программы новой экологической тропы, для изучения различного типа антропогенных воздействий.
- Экологическое и эколого-функциональное зонирование территории
- Решение задачи по определению границ экосистемы с позиции первичности геологического фактора

Стоит отметить, что к выполнению данных научных работ подключены студенты-экологи разных курсов (по итогам работ 2014 и 2015 гг. были написаны и успешно защищены 2 выпускные бакалаврские работы, несколько курсовых, написан ряд тезисов и статей).

Литература

1. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. - М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. 2008.
2. Обзор фоновое состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2013 г.// Под редакцией проф.Г.М. Черногаевой; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Институт глобального климата и экологии, М. 2014 129 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ГЕОЭКОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ В ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*Киселев Г. Н. (СПбГУ, Институт наук о Земле,
Санкт-Петербург) g.kiselev@spbu.ru*

POSSIBILITY OF USING OF GEOECOLOGY AND ECOLOGICAL GEOLOGY METHODOLOGY FOR PALEOECOLOGICAL RESEARCHES

Kiselev N. Gennady (SPbSU, Saint-Petersburg)

В ряде работ последних лет, посвященных теоретическим и методологическим вопросам геоэкологии и экологической геологии, предложен ряд обобщающих построений. В их числе наиболее важными являются «Схема структуры экосистемы с учетом геологической составляющей и классов воздействия на нее» (1), «Принципиальная схема взаимоувязанной оценки состояния эколого-геологических условий, биоты и экосистемы» (там же, с. 19) и «Соотношение биологической экологии и геоэкологии в рамках общей экологии по иерархическим уровням экосистемы» (2).

В указанных схемах на наш взгляд недостаточно отражен геосторический путь развития палеоэкосистем, которые являлись неотъемлемой частью геосферных оболочек Земли и их смена в процессе эволюционных и революционных перестроек позволила создать шкалу геологической летописи с фиксированными Точками Глобальных Стратотипов Границ ("gold spike").

В этой связи представляется целесообразным в структуру мегаэкосистемы (2), которая составляет объект исследования геоэкологии, наряду с эндобиологией включить *палеоэкологию* как экологический компонент, задачами которого является изучение экосистем прошлых геологических эпох (*метабиосферы*). В работах академика Б.С.Соколова высоко оценена роль палеоэкологических исследований для изучения экосистем древних организмов, что отражено в одной фразе «...палеоэкология – окно в будущее биосферы». Предметом исследования данного направления эндобиологии является изучение системы экологических и морфоструктурных особенностей ассоциаций вымерших организ-

мов и их соотношений со средой обитания. Важной задачей данного направления является выявление палеоэкологических функций биот и установление путей эволюционного развития биотического компонента и его соотношений с экологическими функциями абиотических составляющих палеосреды. При этом в геоэкологию (как экологию сред жизни) в разделе «экология литогенной сферы» будет входить из раздела «биологическая экология» палео-аутэкология как экология древних особей, а также палеосинэкология и палеодемэкология, исследующие группы древних организмов различных иерархических уровней. Таким образом в междисциплинарном научном направлении, каким в материалах ВАКа определены геоэкологические исследования, могут быть отражены экологические функции палеоэкосистем, роль биотических компонентов в геосферах как мегаэкосистемах. При этом заслуживают внимания новые подходы к определению взаимосвязи ресурсной функции литосферы с остальными экологическими функциями, выявляются соотношения ресурсов геологического пространства и биоты. Эти обобщения позволяют предположить возможность уточнений в разделах факториальной экологии (3) и более детально подходить к характеристике палеоэкосистем с учетом ограниченности геологического пространства в биотопах древних организмов и палеопопуляций.

Литература

Трифимов В. Т. Геологическое пространство как экологическая категория и его место в эколого-геологических построениях / Пятнадцатая межвузовская молодежная научная конференция. Школа экологической геологии и рационального недропользования. Материалы конференции / Под общ. ред. проф. В. В. Куриленко. –СПб.: С. - Петерб. ун-т, 2015. С 7-34.

Куриленко В. В. К вопросу об определении объекта и предмета исследований геоэкологии и экологической геологии / Пятнадцатая межвузовская молодежная научная конференция. Школа экологической геологии и рационального недропользования. Материалы конференции / Под общ. ред. проф. В. В. Куриленко. –СПб.: С. -Петербург. ун-т, 2015. С 35-52.

Киселев Г. Н., Бродский А.К., А.В.Попов, Б.Т.Янин, С. М. Снигиревский. Общая палеоэкология с основами экологии: учебное пособие. Изд. третье, доп. /Под общ. ред. Г.Н.Киселева – СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т, 2005. – 148 с.

ОБОСНОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ – АМБИЦИОЗНАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОСТИ

Королёв В.А. (МГУ им. М.В.Ломоносова, г.Москва), va-korolev@bk.ru

Современная геоэкология и экологическая геология – науки, стоящие на острие решения ряда глобальных экологических проблем. Одна из таких проблем – управление экосистемами и создание искусственных экосистем с заданными характеристиками. Между тем этой проблеме в настоящее время уделяется очень мало внимания, а большинство теоретических и практических вопросов, которые разрабатываются в рамках современной геоэкологии и экологической геологии, посвящено оценке состояния экосистем, оценке эколого-геологических условий территорий, оценке воздействий на окружающую среду (ОВОС) и т.п. Поэтому на-сущно необходимо изменить существующую проблематику геоэкологии и экологической геологии.

По существу вопрос об управлении экосистемами и создании искусственных экосистем возник еще в те далекие времена, когда человек впервые изготовил себе первое жилище, потом поселение (группу жилищ), а затем и города. Город – искусственная среда, а по сути – искусственная экосистема, в которой сейчас проживает подавляющая часть человеческого сообщества Земли. Большинство городов (и соответствующих им искусственных урбанизированных экосистем - урбосистем) вплоть до последнего времени развивалось стихийно. В итоге к настоящему времени экологическая обстановка в подавляющем числе городов Земли стала катастрофической: в городе стало жить не безопасно, т.к. уровень загрязнения всех компонентов окружающей среды городов превысил все допустимые нормы, продолжительность жизни городского населения стала меньше, чем сельского. Возник парадокс: человек, пытаясь создать для себя благоприятную среду (экосферу), превратил им же созданные искусственные экосистемы (урбосистемы) в наихудшие для проживания места. Если такая тенденция будет сохраняться и далее, то это приведет к гибели человеческой цивилизации.

Именно поэтому весьма актуальным становится создание таких искусственных экосистем и урбосистем, которые обеспечи-

ли бы человеку не только его сохранение как вида, но и лучшее существование в благоприятных экологических условиях создаваемой искусственной среды. Однако создание таких экосистем не возможно без обоснования и разработки методов управления ими. А, учитывая, что литогенной основой экосистемы является её эколого-геологическая система (ЭГС), необходимо обоснование и разработка методов управления именно этой подсистемой.

В настоящее время в более общей формулировке управление различными компонентами геологической среды, литотехническими и природно-техническими системами (ПТС) рассматривается в рамках нового междисциплинарного направления – **геокибернетики**. Геокибернетика – система научных знаний об управлении природно-техническими системами различных уровней, об управлении окружающей средой (Бондарик, Ярг, 2015). Согласно Г.К.Бондарнику (2015) разработка управляющих взаимодействий для ПТС – актуальная проблема геокибернетики. Для эколого-геологических систем (ЭГС) эта проблема также актуальна, т.к. её разработка позволяет оптимизировать функционирование ЭГС и обеспечить их коэволюционное развитие. Применительно к ЭГС раздел геокибернетики, рассматривающий вопросы управления эколого-геологическими системами можно назвать **экологической геокибернетикой**.

Отсюда следует **цель** экологической геокибернетики: разработка теории управляющих взаимодействий в ЭГС (или разработка теории экологической геокибернетики). Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**: 1) обосновать обеспечение гармонизации ЭГС (в т.ч. техно-природных и искусственных ЭГС) в условиях окружающей среды; 2) выявить механизмы устойчивости ЭГС; 3) обосновать рациональные комплексные схемы управления ЭГС; 4) обосновать способы создания ЭГС с заданными характеристиками.

Современные представления о методах управления эколого-геологическими системами базируются на понятии об ЭГС, их особенностях, их типах, характере функционирования и т.п. (Трофимов, Зилинг, 2002). Под **эколого-геологической системой** понимается открытая динамическая система, включающая три подсистемных блока (литосферный, абиотический, биотический) и источник природных и техногенных воздействий, тесно связанные прямыми и обратными причинно-следственными связями, обуславливающими ее структурно-функциональное единство (Теория и методология..., 1997). В практическом плане — это определенный объем литосферы с находящейся в ней и на ней

биотой, включая человека и социум, на которые воздействуют природные и техногенные факторы, под влиянием которых развиваются современные геологические процессы в названной системе, влияющие на условия жизни биоты в ее рамках (Базовые понятия..., 2012).

Источники нарушения состояния эколого-геологических систем разнообразны и делятся на две группы: природные и техногенные. Сами ЭГС делятся на три типа: 1) природные эколого-геологические системы; 2) техно-природные ЭГС; и 3) искусственные эколого-геологические системы. Первые целиком сформировались и существуют в природных условиях окружающей среды, вторые являются следствием техногенного изменения природных ЭГС, а третьи – целиком сформированы искусственным путем.

Основные принципы управления ЭГС или принципы экологической геокибернетики должны учитывать указанные типы этих систем. Кроме того, одним из ключевых вопросов управления ЭГС является обеспечение их **устойчивости**.

Устойчивость эколого-геологических систем — их способность пассивно сохранять и (или) активно восстанавливать свои существующие параметры в случае малых нарушений. Пассивное сохранение параметров системы называют ее жесткостью, или статической устойчивостью, их активное восстановление — динамической, или регуляторной, устойчивостью (Раутиан, 2006). Таким образом, обеспечение устойчивости ЭГС предполагает её противостояние как малым внутренним возмущениям, так и малым внешним природным или техногенным воздействиям (нарушениям), которые нарушают (но не разрушают полностью!) ее структуру, режим функционирования и (или) отклоняют траекторию ее развития от избранной.

Не менее важным вопросом является выявление механизмов устойчивости ЭГС и познание процесса их самовосстановления. Механизмы самовосстановления ЭГС в основном связаны с наличием в них круговых процессов разных типов. Круговые процессы в эколого-геологических системах осуществляются на разных иерархических уровнях и сами являются частью глобальных круговых процессов биосферы Земли. Анализ механизмов самоорганизации ЭГС может быть дан и на основе термодинамических представлений - термодинамики самоорганизации, самовосстановления и саморегуляции. Для познания этих процессов необходим анализ вещественно-энергетического баланса в эколого-геологических системах.

Методы экологической геокибернетики объединяют в себе различные способы воздействия (управления) на ЭГС. Они довольно многочисленны и включают в себя: 1) методы очистки геологической среды от загрязнений; 2) методы управления геологическими процессами; 3) методы рекультивации (восстановления, реабилитации) нарушенных территорий; 4) методы мелиорации (целенаправленного улучшения) территорий, включающие: а) гидротехническую мелиорацию; б) агротехническую мелиорацию; в) биологическую мелиорацию; г) химическую мелиорацию; д) культурно-техническую мелиорацию; е) климатическую мелиорацию, а также: 5) методы управления биотическими компонентами ЭГС; 6) мониторинг, как комплексный метод в структуре управления эколого-геологическими системами; 7) комплексные схемы управления эколого-геологическими системами.

Общая **теория управления** эколого-геологическими системами (теория эколого-геологической кибернетики) включает в себя: 1) цель и задачи управления; 2) информационное обеспечение управления; 3) принципы управления (принципы экологической геокибернетики), включающие: а) принцип программного управления; б) принцип управления по возмущениям; в) принцип обратной связи и др.

Методика управления эколого-геологическими системами (методика эколого-геологической кибернетики) строится на базе обоснования структуры управления эколого-геологическими системами и рассмотрения ЭГС как сложных адаптивных систем. Эта методика включает в себя методику адаптивного управления и методику системного управления.

Наконец, конечным этапом реализации возможностей экологической геокибернетики является обоснование **создания искусственных эколого-геологических систем** с заданными характеристиками. Их разработка является альтернативой вышеупомянутой негативной экологической ситуации в современных городах. На базе положений экологической геокибернетики должно осуществляться проектирование искусственных ЭГС с требуемыми характеристиками, отвечающими принципам их оптимизации и гармонизации с окружающей средой. В рамках этого направления в настоящее время уже широко развивается ландшафтный дизайн, создание искусственных водных эколого-геологических систем и искусственных сухопутных эколого-геологических систем, создание гиперинноваций — искусственных агро-эко-

систем и других типов искусственных экосистем. Примерами искусственных экосистем являются реализуемые проекты искусственных островов в Дубае, примерами гиперцивилизаций являются проекты в Нью-Дели (Индия), Сингапуре и др.

Изложенный материал показывает, что перед экологической геокибернетикой стоят сложные и амбициозные задачи, решение которых будет во многом определять будущий лик Земли.

Литература

1. Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии: 280 основных терминов / Колл. авторов: Трофимов В.Т., Королев В.А., Харькина М.А. и др. // Под ред. В.Т.Трофимова. — М.: ОАО Геомаркетинг, 2012. 320 с.

2. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерная геология. Вопросы теории и практики. Философские и методологические основы геологии. — М.: ИД КДУ, 2015, 296 с.

3. Раутиан А.С. Букет законов эволюции // Эволюция биосферы и биоразнообразия. К 70-летию А.Ю.Розанова. — М.: Тов-во научных изданий КМК, 2006, с. 20-38.

4. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т. Трофимова. - М.: Изд-во МГУ, 1997. 368 с.

5. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология / Учебник. - М.: Геоинформмарк, 2002. 415 с.

JUSTIFICATION OF ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL SYSTEMS THE AMBITIOUS PROBLEM OF MODERNITY

Korolev V.A. (Moscow State University named M.V. Lomonosov, Moscow), va-korolev@bk.ru

Modern geo-ecology and ecological geology - a science, standing on the point of solving a number of global environmental problems. One of these problems - ecosystem management and the creation of artificial ecosystems with specified characteristics. Meanwhile, this problem is now being given very little attention, and most of the theoretical and practical issues that are being developed within the framework of modern geo-ecology and ecological geology, devoted to assessing the state of ecosystems, assessing the ecological and geological conditions of the area, environmental impact assessment (EIA) and etc. Therefore, an urgent need to change the existing problems of geo-ecology and ecological geology.

In essence, the question of the management of ecosystems and the creation of artificial ecosystems arose in those days, when a person first has made itself the first housing, then settlement (group homes), and then the city. The city - the built environment, and in fact - an artificial ecosystem, which is now home to the vast majority of the human community. Most of the cities (and their corresponding artificial urban ecosystem – urbo-systems) until recently developed spontaneously. As a result, to date, the environmental situation in most cities of the Earth has become catastrophic: in the city was not safe to live, because pollution of all components of the environment of cities has exceeded all permissible limits, the urban population was living less than agriculture. There was a paradox: a person trying to create for themselves a favorable environment (ecosphere), transformed by him created artificial ecosystems in the worst places to live. If this trend continues and further, it will lead to the destruction of human civilization.

That is why it becomes extremely urgent creation of artificial ecosystems, which would ensure a person does not only save it as a species and better existence in favorable environmental conditions to create an artificial environment. However, the creation of such ecosystems is not possible without justification and development of management methods. And, considering that the lithogenic basis of the ecosystem is its eco-geological system (EGS), you need to study and development of this particular subsystem management methods.

In a more general formulation of management of the various components of the geological environment, lithotechnical and natural-technical systems (NTS) is considered as part of a new interdisciplinary direction – geo-cybernetics. The geo-cybernetics is a system of scientific knowledge on the management of natural and technical systems of different levels of environmental management (Bondarik, Yarg, 2015). According G.K.Bondarik (2015), the development of control interactions for NTS - an actual problem of geo-cybernetics. For ecological and geological systems (EGS), this problem is also relevant, since its design allows you to optimize the operation of the EGS and to ensure their co-evolutionary development. With regard to the EGS geo-cybernetics section, the issue of management of ecological and geological systems can be called environmental geo-cybernetics.

Hence the goal of ecological geo-cybernetics: development of the theory of control interactions in EGS (or the development of geo-cybernetics theory). To achieve this goal it is necessary to solve the

following tasks: 1) to justify the maintenance of the harmonization of EGS (including techno-natural and artificial EGS); 2) to identify mechanisms of resistance EGS; 3) to justify the rational complex EGS control circuit; 4) to justify the ways of creating EGS with specified characteristics.

The modern views on the methods of management of EGS are based on the concept of EGS, their features, their types, the nature of the operation, etc. (Trofimov, Ziling, 2002). Under ecological and geological system means an open dynamic system, which includes three tributary unit (lithosphere, abiotic, biotic) and a source of natural and man-made impacts are closely related direct and inverse causal relationships that determine its structural and functional unity (Theory and Methodology of ..., 1997). In practical terms - a certain amount of the lithosphere with being in it and on it biota, including man and society that are affected by natural and man-made factors that influence the developing modern geological processes in said system that affect the living conditions of the biota within it (Basic concepts ..., 2012).

Sources state violations of ecological and geological systems are diverse and are divided into two groups: natural and man-made. EGS themselves are also divided into: 1) the natural ecological and geological systems; 2) techno-natural EGS; and 3) the artificial ecological and geological systems. The first fully formed and exist in natural environments, while the latter are the result of man-made changes in natural EGS, and others - formed entirely by artificial means.

Basic principles of control or EGS principles of ecological geo-cybernetics should take into account these types of systems. One of the key issues of EGS management is to ensure their sustainability.

The stability of ecological and geological systems - their ability to passively maintain and (or) are actively rebuilding their existing settings in the event of small disturbances. Passive preservation parameters of the system call it rigid or static resistant, their active recovery - dynamic, or regulatory, stability (Rautian, 2006). Thus, ensuring the sustainability of EGS involves its opposition as a small internal disturbances and small external natural or man-made influences (disturbances), which break (but not destroyed completely!) its structure, operation mode and (or) dismiss her development trajectory of the chosen.

An equally important issue is the identification of resistance mechanisms of EGS and the knowledge of the process of self-healing. The mechanisms of self-healing EGS mainly related to the presence of

different types of circular processes. Circular processes in ecological and geological systems are carried out at different hierarchical levels and are themselves part of global circular process of the biosphere on the Earth. An analysis of self-organization mechanisms EGS can be given on the basis of thermodynamic concepts - thermodynamics of self-organization, self-healing and self-regulation. To the knowledge of these processes is necessary to analyze the real-energy balance in the ecological and geological systems.

Methods of ecological geo-cybernetics combine different methods of influence (control) to the EGS. They are quite numerous and include: 1) methods of treatment of the geological environment from pollution; 2) geological process control techniques; 3) methods of reclamation (recovery and rehabilitation) of disturbed areas; 4) reclamation methods (targeted to improve) areas, including: a) engineering reclamation; b) agrotechnical reclamation; c) biological reclamation; g) chemical reclamation; d) cultural and technical reclamation; e) climatic amelioration, and 5) control methods biotic components of the EGS; 6) monitoring, as an integrated approach in the management structure of ecological and geological systems; 7) integrated control circuit of ecological and geological systems.

The general theory of management of ecological and geological systems (the theory of ecological geo-cybernetics) includes: 1) the purpose and management objectives; 2) information management software; 3) management principles (principles of ecological geo-cybernetics), including: a) the principle of program management; b) the principle of management by disturbances; b) the principle of feedback and others.

Methods of management of ecological and geological systems (methods of ecological geo-cybernetics) is constructed on the basis of study management structure of ecological and geological systems and review EGS as a complex adaptive systems. This technique includes a method of adaptive control system and method of management.

Finally, the final stage of implementation of the features ecological geo-cybernetics is substantiation of creation of artificial ecological and geological systems with the specified characteristics. Their development is an alternative to the above-mentioned negative environmental situation in modern cities. On the basis of the provisions of the ecological geo-cybernetics should be designing artificial EGS with the desired characteristics, consistent with the principles of optimization and harmonization with the environment. As part of this trend

has now been extensively developed landscape design, the creation of artificial water ecological and geological systems and artificial land of ecological and geological systems, the creation of Hyperion - man-made agro-ecosystems and other types of artificial ecosystems. Examples of artificial ecosystems are ongoing projects of artificial islands in Dubai, Hyperion examples are projects in New Delhi (India), Singapore, and others.

The presented material shows that in front the ecological geocybernetics are complex and ambitious task, the solution of which will largely determine the future face of the Earth.

Literature

1. Basic concepts of engineering geology and ecological geology: 280 key terms / Coll. authors: Trofimov V.T., V.A.Korolev, M.A. Kharkina et al. // Ed. V.T.Trofimov. - Moscow: Geomarketing, 2012. 320 p.
2. Bondarik G.K., Yarg L.A. Engineering geology. Questions of theory and practice. Philosophical and methodological foundations of geology. - Moscow: Publishing House KDU, 2015, 296 p.
3. Rautian A.S. Bouquet laws of evolution // The evolution of the biosphere and biodiversity. On the 70th anniversary A.Yu.Rozanov. - Moscow: Company of scientific editions KMK, 2006, p. 20-38.
4. Theory and Methodology of Ecological Geology / Ed. VT Trofimov. - M.: MGU Publishing, 1997. 368 p.
5. Trofimov V.T., Ziling D.G. Environmental geology / Textbook. - Moscow: Geoinformmark, 2002. 415 p.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЗРЕЗЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Норова Л.П., Николаева Т.Н. (Санкт-Петербургский горный университет, LarisaNorova@rambler.ru, t_nikol56@mail.ru)

Рассматриваются особенности формирования дисперсных отложений микулинского и поздне-ледникового времени в разрезе территории Санкт-Петербурга, обсуждаются вопросы истории геологического развития, их инженерно-геологической и эколого-геологической оценки, физико-химических и биохимических условий.

ENGINEERING-GEOLOGICAL CHARACTERISTIC OF ORGANIC THE QUATERNARY DEPOSITS IN THE SECTION OF ST. PETERSBURG

Norova LP, Nikolaeva TN (St. Petersburg Mining University, LarisaNorova@rambler.ru)

We consider the features of formation of disperse deposits Mikulino and late-glacial period in the sectional of the territory of St. Petersburg. The problems of the geological history of development, their ecological and engineering-geological assessment, of physicochemical and biochemical conditions.

Формирование различных генетических типов и литологических разновидностей дисперсных отложений, в которых отмечены прослойки линзы торфов или отмечается присутствие органических остатков, на территории Санкт-Петербурга и его окрестностей в четвертичное время происходило в условиях постоянно меняющейся палеогеографической обстановки и осадконакопления. Особого внимания заслуживает Микулинское межледниковье и время существования Литоринового моря и Анцилового озера.

Климат микулинского времени был наиболее теплым и влажным, что повлияло на развитие органической жизни. Морские осадки Мгинского моря формировались в относительно глубоководной, застойной части бассейна со своеобразным составом фауны, содержат большое количество органики (от долей до 20%), в т.ч. битуминозной, активный биоценоз и являются маркирующим горизонтом стратиграфического расчленения верхних морен (разделяют комплексы московских и валдайских отложений) четвертичной толщи.

Распространены межморенные морские осадки Микулинского горизонта преимущественно в восточном и юго-восточном районе Санкт-Петербурга, а также в его северных пригородах на глубинах более 20,0 м. Мощность меняется в широких пределах от 2 м до 31 м. Литологически они представлены суглинками, глинами, реже мелкозернистыми песками от темно-серого до черного цветов, часто с хорошо сохранившимися органическими остатками. Гранулометрический анализ образцов рассматриваемой толщи показал, что содержание глинистой фракции варьирует в пределах 20-31%, пылеватой от 59 до 67%; эти отложения клас-

сифицируются как суглинок тяжелый пылеватый, реже глина пылеватая. Параметры физических свойств микулинских отложений в районе Обухово следующие [4]: влажность изменяется от 0,20 (суглинок слоистый с включением органического вещества) до 0,37 (глина черная, обогащенная органикой); плотность и коэффициент пористости в зависимости от содержания органического вещества составляют соответственно 1,80-2,08 г/см³ и 0,586 - 1,022; по показателю консистенции это в основном полутвердые и тугопластичные разности. Во многих публикациях приводятся практические примеры выявления опасных зон, связанных с процессами газообразования вследствие высокого содержания органического вещества, на ряде объектов Санкт-Петербурга [1].

Для центра города значимую роль при решении инженерно-геологических и геоэкологических вопросов играют морские и озерные отложения Литоринового моря и Анцилового озера. Литориновая трансгрессия в Балтийском бассейне проявлялась в виде четырех трансгрессивных фаз [3], поэтому формировались осадки чрезвычайно пестрого литологического состава (мелко- и тонкозернистые пески, супеси и суглинки), с невыдержанными отдельными слоями, как по мощности (обычно не превышает 10 м), так и по простираю. Залегают они непосредственно с поверхности или перекрыты слоем техногенных отложений, локально - под отдельными слоями торфа мощностью до 2 м и более. Характерной особенностью комплекса озерно-морских отложений является неравномерно распределенное содержание примесей органических веществ различной степени разложения, поэтому они классифицируются как слабо-, средне- и сильнозоторфованные разности. Физико-механические свойства этих отложений в значительной мере определяются их вещественным составом. Так, гранулометрический состав песков пылеватых меняется в следующих пределах: содержание песчаной фракции составляет 12,2–78,6%, пылеватой – 23,9-87,8%. Под действием динамических нагрузок они способны переходить в плавунное состояние, относятся к сильнопучинистым грунтам. Угол внутреннего трения составляет 26-29°, сцепление $c=0,02-0,03$ кг/см² и модуль деформации $E=150$ кг/см². У супесей пылеватых слоистых с прослоями песка содержание песчаной фракции составляет 23%, пылеватой – 77,1%. Влажность супесей 0,29, консистенция текучая, коэффициент водонасыщения 0,92. Характерные значения угла внутреннего трения $\varphi=6-7^\circ$, сцепления $c=0,06-0,07$ кг/см² и модуля де-

формации $E=50$ кг/см². Генетически эти отложения отличаются существованием активной микробиоты, деятельность которой особенно усиливается при наличии в верхней части их разреза торфов. Кроме того, образование таких растворимых газов как сероводород и диоксид углерода значительно повышает агрессивность подземной среды по отношению к металлам и бетону за счет кислой реакции среды и низких значений Eh [2].

Повсеместное присутствие прослоев и линз торфа, погребенных торфяников в разрезе предопределяет существование богатого природного биоценоза и является важным фактором в формировании физико-химических и биохимических условий обводненной толщи. Рассматривать их необходимо с эколого-геологических позиций как слои, определяющие процессы самоочищения среды, особенно при загрязнении органическими соединениями, а также обогащения нижележащей толщи озерно-морских отложений органическим материалом. Соответственно, оценка физико-химических и биохимических условий должна быть обязательным элементом комплекса работ, сопровождающих наземное и подземное строительство.

Библиографический список

1. Виноградов В.Н., Виноградов И.В. Экологическая опасность процессов природного газообразования в грунтах территории Санкт-Петербурга/ Охрана окружающей среды, природопользование и опесечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2002 г. СПб, 2003, с.359-366.
2. Dashko, R.E.&Norova, L.P. 2001. Technogenical Evolution of the Underground Space in Saint Petersburg: causes and consequences. Notes of the Mining Institute. Volume 147. Saint Petersburg. Pp. 71-85.
3. Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука, 1975. 278 с.
4. Норова Л.П., Николаева Т.Н. Инженерно-геологические и геоэкологические особенности разреза в районе Обухово Санкт-Петербурга // Основания и фундаменты: теория и практика. Межвузовский тематический сборник трудов. Санкт-Петербург, СПбГАСУ. 2004.

УЧЕТ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ ФОНОВЫХ СОДЕРЖАНИЙ ПОЛЛЮТАНТОВ

Подлипский И.И. (СПбГУ, СПб), (primass@inbox.ru)

ACCOUNTING LOCAL FLUCTUATIONS OF THE BACKGROUND CONTENT OF POLLUTANTS

Podlipsky I.I. (SPSU, VSEGEI, SPb), primass@inbox.ru;

При эколого-геохимических работах, объектами являются не только ореолы в узком смысле, а большие площади с аномалиями первоначально неясной природы. Поэтому при анализе условий распределения содержаний элементов более целесообразно пользоваться термином «геохимическое поле», предложенным А.Е. Ферсманом [25] и получившим широкую известность в связи с разработанной Л.В. Таусоном [21-24] теорией геохимических полей.

Под геохимическим полем (ГХП) понимается однородное геологическое пространство, характеризующееся близкими физико-химическими условиями, имеющее сходные парагенезисы минералов и уровни содержания химических элементов [24]. В прикладном плане ГХП – геологическое пространство, охарактеризованное содержаниями химических элементов, как функциями координат и времени [18].

По уровню содержаний химических элементов ГХП могут быть сравнительно однородны, а могут изменяться плавно или осложняться локальными аномалиями. Аномальным называется такое содержание элемента, если оно удовлетворяет неравенство $|C_a - C_f| > 0$, где (C_f - фоновое содержание). Аномалия – связанная совокупность аномальных содержаний. Если $|C_a - C_f| > 0$, то аномалия положительна, она отрицательна при $|C_a - C_f| < 0$; если $|C_a - C_f| = 0$, то такая совокупность называется фоновой, или просто фоном (рис. 1). Таким образом, ГХП, как характеристика территории, может быть как однородным (без возмущений), так и

с аномальным распределением отдельных компонентов, вызванным как природными (тип ландшафта, горизонтальная мозаичность экосистемы и др.) так и техногенными факторами/ причинами (загрязнение окружающей среды). Причем, понятие аномальности, при таком подходе, становится узко региональным и сильно зависит от фонового уровня (метода его определения) содержаний элементов и веществ.

Современные методы опробования, применяемые в области прикладных и фундаментальных эколого-геохимических исследований (оценки однородности ГХП, не учитывают локальные естественные флуктуации (неоднородности) фона, обусловленные ландшафтно-геохимическими факторами и мозаичностью фитоценоза (в пределах одного биогеоценоза/экосистемы). Как правило, в поисках и разведке месторождений полезных ископаемых и экологических исследованиях, эти проблемы решаются с использованием вероятностно-статистических критериев и различных методов статистической обработки, направленных на удаление «белого шума» из выборки. При сложном геологическом строении участка опробования возможность не установления закономерностей при стандартных способах статистической обработки становится очевидной. Это может привести к предельному упрощению картины геохимического поля и к пропуску зон активной миграции (привноса – выноса) химических элементов.

В прикладных эколого-геохимических исследованиях, направленных на определение состояния среды, для полноты анализа необходимо учитывать не только номинально высокие значения содержания переменных ГХП, выраженные в частях фона, но и небольшие (<1) значения коэффициентов концентрации (K_k), которые могут быть отражением медленно и/или непродолжительное время протекающих процессов поступления в окружающую среду поллютантов.

Ошибки и погрешности при использовании стандартных методов отбора проб часто составляют основную часть общей дисперсии. В этом случае попытки сгладить неравномерность распределения за счет увеличения площади отбора (площади элементарной площадки) и массы пробы (или количества элементарных проб в методе «конверта») могут оказаться совершенно бессмысленными. По этому вопросу уже имеются некоторые эмпирические данные и теоретические расчеты, так например, Дум-

лер Ф.Л. [5] считает, что дисперсия вносимая опробованием, должна быть не более 1/10 общей дисперсии.

Таким образом, стандартные методы не позволяют исследовать связи между элементами и получить комплексные геохимические характеристики геологических объектов. Это приводит, с одной стороны, к потере ценной информации о геологических причинах взаимосвязи между элементами, с другой – к большому набору графического материала, в частности позлементных карт, совокупность которых трудно геохимически интерпретировать. По пути изучения пространственных закономерностей распределения химических элементов, по нашему мнению, и должно в дальнейшем развиваться усовершенствование обработки геохимических данных.

Полевой этап исследований был проведен на территории Импилахтинского учебно-научного полигона в период проведения полевой учебно-производственной практики каф. Экологической геологии в 2014-2015 г. (республика Карелия, Питкярантский р-н, пос. Импилахти, УБН «Имплахти»).

В работе было рассмотрено по отдельности вклад природных наиболее значимых, по нашему мнению, факторов локальных флуктуаций фона. Ландшафтно-геохимическая неоднородность, вносящая наибольшую дисперсию в результаты опробования, связана с понятием «геохимический ландшафт», введенным в практику Б.Б. Польшовым [16] - совокупность сопряженных элементарных ландшафтов, связанных между собой определенными условиями накопления и/или миграции химических элементов и соединений.

Кроме ландшафтно-геохимической неоднородности, значимый вклад в развитие флуктуаций ГХП вносит мозаичность фитоценозов (как части экосистемы) [4, 19, 27]. Горизонтальное строение растительного покрова в связи с его неоднородностью связано как с условиями среды, так и с эколого-биологическими особенностями видов, характером их распространения, размножения и произрастания. В результате изучения растительных сообществ установлено, что мозаичность представляет собой горизонтальное расчленение всего сообщества и присуща всем без исключения фитоценозам, даже таким, которые представлены моновидовыми популяциями [17, 20].

Изучением и теоретическим осмыслением мозаичности растительных сообществ занимались многие геоботаники [9, 10, 12],

но эколого-геохимическим приложением полученных результатов посвящено не много работ [13].

Для обозначения горизонтального строения фитоценозов используют различные термины, обозначающие отдельные элементы мозаики: "микроруппировка" [1, 3], "микроценоз" [29], "парцелла" [6], "квант" [28] и др. Основной структурной единицей нами была принята парцелла по Н.В. Дылису [6] - структурная часть сообщества, дифференцирующая его в горизонтальном направлении, в зависимости от состава и свойств всех ярусов надземных и подземных частей растительности и с учетом неоднородности свойств экотопа.

Анализ многочисленных литературных данных позволяет заключить, что различные древесные породы неодинаково влияют на свойства почв [2, 7, 26]. Одни древесные породы, в основном хвойные (ель, сосна), способствуют снижению pH, тем самым увеличивают подвижность большинства тяжелых металлов и увеличивают долю обменного алюминия, а другие, в основном лиственные, напротив – увеличению степени насыщенности почв основаниями, обогащению гумусом и азотом.

Элементы древесной флоры, таким образом, контролируют целый комплекс факторов: световой и температурный режимы, влажность, степень пропускания осадков кроной, а также интенсивность потоков химических элементов (осадки, прижизненные корневые выделения, вещество опада, обогащение атмосферных выпадений смываемыми элементами из полога живого леса и т.д.). Следует отметить, что специфичность потоков химических элементов, кроме того, определяется функционированием разнообразных групп беспозвоночных и микрофлоры как надземной части деревьев, так и в ризосфере [13].

Неравномерность в сложении растительности (парцеллярная изменчивость), неизбежно влечет за собой разнообразие в составе, структуре и свойствах других компонентов экосистемы, а именно, атмосферы, почвы, фауны, а также в характере материально-энергетического обмена между ними. В пределах парцеллы, как правило, выделяют микрозоны (пристволовая и кроновая) характеризующиеся анизотропностью свойств грунтов от растения эдификатора к границе фитогенного поля [11]. В связи со значимостью (в том числе и статистической) динамики изменения свойств в области распространения различных микрозон в пределах одной парцеллы возникает реальная проблема в рациональ-

ной трактовке получаемых геохимических аналитических данных, собранных без учета парцеллярных флуктуаций [14].

Результаты и выводы проведенных исследований.

Учет, по отдельности, ландшафтно-геохимических и парцеллярных природных флуктуаций фоновых содержаний, не имеет статистически достоверных отличий. С другой стороны, использование в расчете парцеллярных и ландшафтных неоднородностей одновременно, позволяет установить основные направления миграции и области концентрации на территории обследования.

Использование для оценки состояния территории регионального фона, как правило, приводит к искажению реального ГХП по отдельным направлениям воздействия объекта исследований, за счет сильно завышенного и/или заниженного значения. В итоге это может привести к выделению и обсчету несуществующих (непродуктивных, пустых) аномалий, являющихся природными флуктуациями ГХП, либо к утере ценной информации (пропуске значимых аномалий).

Недостатком и методологической трудностью в применении метода расчета фона с учетом ландшафтно-геохимических и парцеллярных искажений ГХП является большая трудоемкость работ, а также проблема необходимости равномерного распределения (по количеству) пробных площадок по группам расчета, количество которых зависит от геоморфологической однородности территории обследования и мозаичности фитоценоза.

В итоге, можно сделать заключение, что использование дифференцированного локального фона по содержанию элементов в отдельных элементарных ландшафтах (парцеллах) позволяет с одной стороны отбраковывать безрудные аномалии в поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, с другой выделять техногенную составляющую ГХП в эколого-геохимических исследованиях.

Список литературы

1. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. Л.: Наука, 1983, 247 с.;
2. Гаврилов К.А. Влияние состава лесонасаждений на микрофлору и фауну лесных почв. // Почвоведение, № 3, 1950, с. 129-141;
3. Гроссгейм А.А., Колаковский А.А. Геоботанический очерк зимних пастбищ левобережной части Казахского уезда. Труды по геоботаническому обследованию пастбищ ССР Азербайджана. Серия А. Зимние пастбища. Вып. 3. Баку: изд-во Наркомзема 1929, 74 с.;

4. Дохман Г.И. Синузильное сложение фитоценозов // Бюл. МОИП, отд. биол., 1963, Т.68, вып. 3. с. 110-118;

5. Думлер Ф.Л. Геохимические исследования при крупномасштабной геологической съемке. Л.: «Недра», 1975, 36 с.;

6. Дылис Н.В., Сукачев В.Н. Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964, с. 103-106.;

7. Зайцев Б.Д. Лес и почва. М.: Лесная промышленность, 1964, 162 с.;

8. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: «Недра, 1983;

9. Каплин В.Г. К изучению горизонтальной структуры и функционирования агроценозов // Научные результаты – агропромышленному производству. Курган, 2004; Т.1. с. 56-59.;

10. Каплин В.Г., Кузнецов К.А. О горизонтальной структуре и продуктивности пастбищ лесостепи Самарской области // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и образования. Самара, Вып. 4, 2005, с. 157-167.;

11. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: Изд-во МГУ, 1977, 312 с.;

12. Комаров А.А., Клейн В.Ф., Шарашова В.С. Мозаичный травостой как способ сохранения видового разнообразия планеты. // Экология и с.-х. техника. СПб., 2002, Т.2. с. 182-187.;

13. Лукина Н.В., Полянская Л.М., Орлова М.А. Питательный режим почв северотаежных лесов. М.: «Наука», 2008, 342 с.;

14. Подлипский И.И. Разработка методики учета микроразнообразия флуктуаций фона в эколого-геохимических исследованиях. / XIII Международный семинар - Геология, геоэкология, эволюционная география. СПб., изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2014;

15. Подлипский И.И. Эколого-геологическая оценка прилегающих территорий полигона бытовых отходов г. Питкяранта (Республика Карелия). // Вестник СПбГУ, Сер. 7, 2013 г., Вып. 2, с. 48-56;

16. Польшов Б.Б., Геохимические ландшафты, в кн.: Избр. труды, М. «Наука», 1956;

17. Сидоренко В.Г., Сурова Н.Г., Гончарова Л.Ю. Оценка устойчивости и оптимизации агроценозов разной горизонтальной структуры // Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия. Ростов-на-Дону, 2002, с. 60-61;

18. Соловьев А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: «Недра», 1985, 294 с.;

19. Сурова Н.Г. Оценка устойчивости и оптимизация агрофитоценозов разной горизонтальной структуры. Автореф. дис... канд. биол. наук. Краснодар, 1999, 16 с.;

20. Сурова Н.Г. Оценка устойчивости и оптимизация агрофитоценозов разной горизонтальной структуры. Автореф. дис... канд. биол. наук. Кубан. гос. аграр. ун-т. Краснодар, 1999. 16 с.;

21. Таусон Л.В. Магматогенные геохимические поля рассеяния и концентрирования. // Геохимические методы поисков рудных месторождений. – Новосибирск: «Наука», 1981, с. 30-37;

22. Таусон Л.В. Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегающих месторождений. // Methods of geochemical prospecting (MGP). Praga, 1979, p. 17-20;

23. Таусон Л.В. Проблемы поисковой геохимии. // Проблемы эндогенного рудообразования и металлогении. – Новосибирск: «Наука», 1976. С. 229-238;

24. Таусон Л.В. Теория геохимических полей концентрирования и геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. // Проблемы прикладной геохимии. Новосибирск: «Наука», 1983, с. 5-18.;

25. Ферсман А.Е. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. М.: Изд-во АН СССР, 1940, 446 с.;

26. Фирсова В.П. Лесные почвы Свердловской области и их изменение под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Свердловск, 1969, 151 с.;

27. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964, 447 с.;

28. Ястребов А.Б. Методы изучения мозаичности растительного покрова с применением ЭВМ. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991, 200 с.;

29. Gams H. Prinzipienfragen der Vegetationsforschung: Ein Beitrag zur Begriffsklarung und Methodik der Biocoenologie // Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges.-Zurich, 1918. Vol. 63.

К ВОПРОСУ ОБ УЧЕТЕ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ОБЪКТОВ ПО ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Хайкович И.М. (СПбГУ, Санкт-Петербург)

Все нормативные документы РФ, в т. ч. и документы по оценке экологических коэффициентов и показателей состояния окружающей природной среды (ОПС) и по обеспечению безопасности жизнедеятельности, содержат рекомендации по предельным значениям этих коэффициентов. Но при этом в стороне остается вопрос – как получить и что принимать за результат измерений того или иного коэффициента, с которым следует сравнить предельное значение коэффициента, приведенного в нормативном документе. Для ответа на этот вопрос следует обратиться к Тео-

рии измерений и рассмотреть условия получения измерительной информации.

Как известно, получение измерительной (числовой) информации (в т.ч. информации, которую используют при определении коэффициентов и показателей, состояния ОПС) основано на результатах опробования компонентов литогенной сферы Земли – воздуха, воды, почв, грунтов, растений, донных отложений, микроорганизмов и т.д.. Естественно, что каждое измерение осложнено погрешностями - как пробоотбора, обусловленными в основном естественными флуктуациями, так и погрешностями пробоподготовки и погрешностями СИ, которые используют для анализа отобранных проб. Понятно, что при обработке результатов опробования (при получении численного значения измеряемой величины) необходимо учитывать эти погрешности. И как следует из теории измерений: измерить – это значит найти оценку измеряемой величины и доверительный (в экологии это обычно 95-процентный) интервал ее охвата.

Для получения оценки результата измерений и ее интервала охвата исполнитель обычно имеет в своем распоряжении ряд из n экспериментальных чисел $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, каждое из которых несет информацию как о подлежащем оценке физическом параметре (коэффициента) ОПС, X , так и о его природной изменчивости и к тому же осложнено погрешностью. Погрешность складывается из погрешности самого процесса измерений (в т.ч. пробоотбора и пробоподготовки) и основной погрешности СИ. Первая носит случайный (статистический) характер и ее (в соответствии с [1,2]) относят к т. н. погрешности (неопределенности) типа А. Вторую составляющую, которая носит систематический характер и которую оценивают по априорной информации, относят к погрешности (неопределенности) типа В.

В рамках сформулированной модели естественно за результат измерений принять среднее арифметическое значение, которое является оптимальной оценкой:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Несмещенную оценку дисперсии случайной составляющей погрешности результата измерений \bar{x} по типу А, \bar{s}_A^2 , находят по формуле

$$\bar{s}_A^2 = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

Эта оценка, как правило, распространяется на методические погрешности и она в основном характеризует разброс коэффициентов и показателей ОПС на однородных территориях (объектах).

При оценке дисперсии случайной составляющей погрешности по типу В, \bar{s}_B^2 , исходят, как было сказано выше, из априорных представлений о типе распределений. К погрешностям по типу В обычно относят погрешность используемого средства измерений. Как правило, в свидетельстве о калибровке (поверке) аппаратуры указывают интервал основной погрешности ее 95-процентным доверительным интервалом $[-\Delta, +\Delta]$ и (иногда) дополнительные погрешности, обусловленные отклонениями климатических условий от стандартных и изменениями параметров питающих аппаратуру устройств. В отсутствие других сведений приходится постулировать равновероятность распределения каждой j-ой составляющей погрешности по типу В в интервале $[-\Delta_j, +\Delta_j]$, $j=1,2,\dots,m$. При этом оценку дисперсии j-ой составляющей этой погрешности вычисляют по формуле

$$\bar{s}_{Bj}^2 = \frac{\Delta_j^2}{3} \quad (3)$$

А поскольку источники погрешностей по типу А и по типу В независимы, то итоговую дисперсию $s^2(\bar{x})$ и 95-процентный интервал охвата $\Delta(\bar{x})$ можно вычислить по формулам:

$$s^2(\bar{x}) = \bar{s}_A^2 + \sum_{j=1}^m \bar{s}_{Bj}^2, \quad (4)$$

$$\Delta(\bar{x}) = 2 \sqrt{\bar{s}_A^2 + \sum_{j=1}^m \bar{s}_{Bj}^2}$$

Но следует иметь в виду, что, в конечном счете, мы имеем дело с оценкой влияния природных и природно-техногенных нагрузок на человека и потому появление ошибок второго рода, когда принимаемая гипотеза о принадлежности выборки $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ к допустимому классу может быть ложной, должно быть сведено к

минимуму. В связи с этим логично исходить из принятой в медицине практики: результат измерений коэффициента или показателя ОПС, $\bar{X}_{0,95}$, равен сумме среднего арифметического \bar{x} (1) и суммарной погрешности $\Delta(\bar{x})$ (4)

$$\bar{X}_{0,95} = \bar{x} + 2 \sqrt{\bar{s}_A^2 + \sum_{j=1}^m \bar{s}_{Bj}^2} \quad (5)$$

Кратность превышения (k) в этом случае рассчитывается путем деления $\bar{X}_{0,95}$ на максимальную разовую ПДК:

$$k = \bar{X}_{0,95} / \text{ПДК}$$

В качестве примера рассмотрим результаты измерений эквивалентной равновесной активности радона (ЭРОАРн) во вновь отстроенном спортивном зале. В соответствии с действующими нормативами (НРБ-99/2009) ПДК не должно превышать 100 Бк/м3. Результаты измерений ЭРОАРн, которые выполнены прибором с основной погрешностью 30%, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты измерений ЭРОАРн в спортзале

№ п/п	ЭРОАРн, Бк/м3
1	83
2	71
3	123
4	75
5	80
6	93
7	82
8	103
9	74
10	73

Нетрудно убедиться, что обследованный объект характеризуется средним значением ЭРОАРн 85,7 Бк/м3 со средним квадратическим отклонением 16,4 Бк/м3. Подсчет по формуле (5) дает для результата измерений ЭРОАРн на этом объекте значение 117,1 Бк/м3:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} = 85,7 + 2\sqrt{\frac{16,4^2}{10} + \frac{(85,7 \cdot 0,30)^2}{3}} = 117,1; \quad P = 0,95.$$

В данном случае кратность превышения (k) равна $117,1/100=17\%$, т.е. спортивный зал не удовлетворяет нормативному требованию и для его эксплуатации следует, например, модернизировать систему вентиляции. В то же время без учета погрешности мы получили бы значение $85,7 \text{ Бк/м}^3$ и вполне возможно, что спортзал мог бы быть рекомендован для эксплуатации по его прямому назначению.

1. Руководство по выражению неопределенности измерения. Подготовлено объединенной рабочей группой из экспертов МБМВ, МЭК, ИСО и МОЗМ. Перевод английского. ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», СПб, 1999, 126 с.

2. Фридман А.Э. Основы метрологии.– СПб: НПО «Профессионал», 2008, 284 с.

МОРСКАЯ ГЕОЭКОЛОГИЯ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Холмянский М.А. (holm936@rambler.ru)
(ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург)

В лекции показана ретроспектива морских геоэкологических исследований за последние 30 лет. Описываются возможные направления дальнейшего развития этих исследований.

SEA GEOECOLOGY: YESTERDAY, TODAY, TOMORROW

Kholmianskii M.A. (holm936@rambler.ru)
(VNIIOceangeologia, Saint-Petersburg)

The retrospective show of sea geoecological researches for last 30 years is given. Possible directions of the further development of these researches are described.

Морская геоэкология сформировалась, как самостоятельное направление геологических исследований в конце восьмидесятых, начале девяностых годов прошлого столетия.

Это направление выросло не на пустом месте. В его основе лежат ландшафтно-экологические исследования, вошедшие в практику морских геологических работ в начале восьмидесятых годов. Их проведение регламентируется «Временными методическими рекомендациями по ландшафтно-экологическому картированию», изданными Министерством геологии СССР в 1989 г.

По сути дела, эти рекомендации и являются первым официальным документом определившим, для своего времени, основные критерии проведения экологических исследований на шельфе. Главной их составляющей было изучение геохимических характеристик рассматриваемых акваторий. На тот момент, основным видом работ был пробоотбор донных осадков и морской воды, с последующими аналитическими определениями, выполняемыми как на борту судна, так и в стационарных лабораториях на материале пробоотбора.

Далее, геоэкологические наблюдения стали неотъемлемой частью морской геологической съемки. В число шести обязательных отчетных карт, строящихся по результатам полистной геологической съемки, входит и экогеологическая, легенда и содержание которой определяются инструкциями на проведение морской геологической съемки соответствующего масштаба.

Основные виды морских геоэкологических исследований включают: составную часть геолого-съемочных работ разного масштаба; геоэкологическое сопровождение освоения морских месторождений (нефте-газовых, строительных материалов, олова, золота, ильменит-рутил-цирконовых); поиски, обследование и изучение Подводных Потенциально Опасных Объектов (ППОО); мониторинг федерального, регионального и локального уровня.

Невзирая на финансовые трудности девяностых годов прошлого века, наиболее интенсивно геоэкологические исследования развивались именно в это десятилетие.

В этот период сформировался основной комплекс исследований. Дано теоретическое обоснование привлечения различных методов к решению геоэкологических задач. Условно, эти методы можно подразделить на геологические, геофизические и аналитические группы,

В этот период также был выполнен большой объем работ по физическому, математическому моделированию экодинамических процессов; получило развитие направление, связанное с

созданием понятийной базы и нормирования экогеологических работ.

В эти годы, в соответствии с программой «Геозкология шельфа России», рядом отечественных и зарубежных организаций (ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ, НПО «Севморгеология», геологическая служба Финляндии и Норвегии, Центр Окружающей Среды – Финляндии, ООО «ГАЗФЛОТ») выполнены комплексные региональные геозкологические исследования западно-арктических морей России. В итоге цикла работ были составлены атласы карт разного уровня детальности, сформирован банк данных, построены модели загрязнения природной среды изученных акваторий. Результаты исследований использованы при подготовке ТЭО по Штокмановскому и Приразломному месторождениям, составлении «Ежегодных государственных отчетов о состоянии окружающей среды Российской Федерации».

Наибольший вклад в развитие морской геозкологии внесли комплексные работы, выполненные в северо-западных морях Европы,

Особо следует выделить Морской Экологический Патруль, выполненный на акватории Балтийского моря под эгидой Всероссийского Геологического Института (в период 1991–1999 гг.). Целью работ было: изучить геозкологическое состояние Балтийского моря, путем повторяющихся из года в год, комплексных многопараметровых наблюдений на тестовых региональных профилях, базовых станциях и ключевых участках, Особое внимание было уделено глубоководным (по меркам Балтийского моря) районам затопления немецкого трофейного химического оружия (НТХО).

В последнее десятилетие геозкологические исследования развиваются по ряду основных направлений, среди которых можно выделить:

- Изучение нового типа седиментогенеза – техноседиментогенеза – определяемого, как азональный процесс формирования аномального техногенного геохимического поля осадков под влиянием аквального седиментогенеза в ходе трансформации природных геохимических и литодинамических процессов, что позволяет в ходе проведённых исследований получить новые представления о механизмах, процессах и последствиях антропогенного воздействия на водные геосистемы [6, 7].

- Подготовку версий методических документов, регламентирующих: осуществление контроля при проведении буровых и дно-

углубительных работ, экологического контроля и мониторинга при морских разведочных и промысловых работах, составление экогеологического реестра шельфовых зон России и др. [2, 4, 8, 10].

- Введение понятия техногенных фаций и построение геозкологических карт на основе использования соответствующих фациальных признаков [2]

- Разработку способов интегральной оценки загрязнения акваторий, основанных на изучении взаимоотношения ведущих техногенных геохимических факторов [7].

- Развитие методов биотестирования. Рассматривается состояние биогенной составляющей экосистемы, как основополагающего показателя геозкологического состояния природной среды [5]

- Расширение понятийной базы морской экологии. Дается классификация геозкологических номинаций, вводятся новые понятия, оцениваются их взаимосвязи в экосистеме [5, 8].

- Принципиально новым направлением морских геозкологических работ является подводная объектология, изучающая подводные потенциально опасные объекты к которым относятся объекты природного, антропогенного или смешанного происхождения, находящиеся в лито- и гидросфере акваторий и способные оказать негативное воздействие на экосистему в настоящее время или в будущем [10].

- Развитие теории геозкологических соответствий в морских экосистемах: рассматриваются и классифицируются техногенные, природно-техногенные и природные экосистемы, взаимоотношения биогенной и абиогенной подсистем в них [9].

- Интенсивное изучение взаимоотношения геозкологических и инженерно-геологических процессов. В рамках этого направления дается анализ и классификация опасных инженерно-геологических процессов, их влияния на окружающую среду [3].

- Также следует отметить развитие направления, связанного с изучением взаимоотношения глобальных климатических процессов с изменением природной среды акваторий [11, 13]

На каких морских геозкологических работах, выполняемых в настоящее время, следует акцентировать внимание?

Наиболее крупной работой являются федеральные исследования: «государственный мониторинг состояния окружающей среды прибрежно-шельфовых зон российских морей». Работы проводятся как по оценке состояния Балтийского, Белого, Барен-

цева, Карского, Охотского, Японского, Каспийского, Чёрного морей, так и отдельно выделенных ключевых участков (таких, как Финский и Кольский заливы, Двинская губа и т.п.)

В рамках этой работы (выполняемой ВСЕГЕИ, ВНИИОкеангеология, СЕВМОРГЕО с участием специалистов из других организаций) созданы разнообразные геоэкологические и, дополняющие их, геологические (литологические, морфолитодинамические, инженерно-геологические, биогенные и др.) карты нового поколения, построенные в системе ГИС. Эти карты имеют большое самостоятельное значение и сейчас подготавливаются к изданию в виде атласов. Также самостоятельное значение имеют опубликованные информационные бюллетени, содержащие периодический современный справочный материал по геоэкологическому состоянию вышеуказанных акваторий.

Отличие большинства современных морских геоэкологических зарубежных работ от российских состоит в том, что в них преобладают исследования, связанные непосредственно с различными видами хозяйственной деятельности над общей оценкой состояния отдельных акваторий; а у нас - наоборот [2, 9]

Дальнейшее развитие геоэкологических исследований пойдёт по пути:

- Создания нормативных документов, регламентирующих проведение геоэкологического мониторинга природной среды морских акваторий, утвержденных на федеральном уровне

- Введения в практику экогеологических работ наиболее безвредных, с экологической точки зрения, новых модификаций измерений, основанных на измерении естественных, а не искусственных характеристик среды. В их числе: высокоточные магнитные и гравиметрические наблюдения, электрохимические модификации электроразведки, используемые для решения геоэкологических задач. Т.е. замена активных методов пассивными, измеряющими характеристики не искусственно создаваемых полей, а естественных.

Использования телеуправляемых многофункциональных обитаемых подводных аппаратов с большим набором определяемых геоэкологических характеристик [1].

Повышения точности аналитических определений при сокращении их объёма за счет определения ряда параметров в режиме in-situ.

Создания систем геоэкологического прогноза для морских акваторий

Опыт создания прогнозных систем экологической направленности, весьма ограничен [2, 9, 10].

Связано это с рядом причин:

- отсутствием концептуальных основ построения таких систем

- сложностью создания единых систем, объединяющих подсистемы разной фактологической основы и целевой направленности

- неразработанностью необходимого математического аппарата.

На повестке дня сегодня стоит задача создания многопараметровой и многовариантной системы, учитывающей во временном и пространственном плане очень большой набор факторов, обеспечивающих прогноз развития экологического состояния природных, природно-техногенных и техногенных систем.

В основу такого прогноза должны быть положены основные принципы теории информации, имеющей дело со множеством исходных и конечных позиций, состояний и выводов. Важно выяснить, когда и как система подчиняется детерминирующим и управляющим факторам.

Важным является использование единой терминологии и единого комплекса понятий для всех типов природных, природно-техногенных и техногенных систем.

Нам приходится иметь дело не только с многопараметровыми, но и с внутренне сложными системами. Необходимо создать методы, позволяющие решать задачи прогнозирования независимо от уровня сложности экосистемы.

Основываясь на кибернетическом подходе, мы принимаем во всех случаях, что изменения геоэкологического состояния происходят конечными дискретными шагами, т.к. всегда можно дискретное перевести в непрерывное с достаточной для практических целей точностью.

То, что испытывает действие в кибернетике называют операндом (в нашем случае это экосистема в целом или её подсистемы), а действующий фактор – оператором (отбор определённого объёма грунта, выброс нефти, разгерметизация контейнера с отравляющими веществами и т.д.). Происходящее изменение называется переходом.

В нашем случае оператор действует на несколько операндов. Множество переходов для множества операндов есть преобразование (по сути дела определяющее состояние системы на данный момент времени).

Например, глобальное понижение температуры моря приводит ко множеству переходов:

слой скачка на одной глубине → слой скачка на другой глубине;

береговая линия одна → береговая линия измененная;

срок льдообразования на акватории один → изменившийся

срок льдообразования и т.д.

Обозначим: n – операнд; преобразование с операндом – T ; образ – $T(n)$.

Если $T(n)$ снова преобразован, то новый образ обозначим $T1(n)$ и т.д.

Идя путём преобразований, мы конечный образ приводим к некоторому постоянному положению или циклу: поверхность дна – операнд – разработка – оператор - изменённая поверхность дна – образ и новый операнд $T(n)$ – последующий седиментогенез – новый оператор – новая поверхность дна – новый образ ($T1(n)$).

Составляя соответствующие матрицы, для конкретного прогноза используем «банк матриц».

Рассматриваем систему как некоторое фазовое пространство, При этом можем нарисовать три фазовые пространства одно в другом: максимальное – для природной системы; меньшее - замкнутое - для природно-техногенной и меньшее - разомкнутое - для техногенной системы.

Система характеризуется рядом параметров, которые могут быть дифференцированы по степени опасности. Анализируя состояние системы мы исключаемые второстепенные параметры.

Далее меняем значения выбранных параметров и смотрим в каких случаях система сохраняет (или возвращается в) первоначальное состояние.

Вводим понятие представляющей точки. Нахождение её в фазовом пространстве, при различных изменениях выбранных параметров, говорит о благополучном состоянии системы. Выход представляющих точек за пределы фазового пространства, говорит о неустойчивости системы и, следовательно о необходимости изменения параметров определяющих положение этой точки.

Для существования как биогенной, так и абиогенной подсистем в устойчивом природном режиме необходимо, чтобы все существенные (меняющие состояние системы) параметры (переменные) удерживались внутри фазового пространства. Если условие нарушается, состояние системы становится неустойчивым.

Это положение и является базовой основой современного прогноза. Исходя из него и была создана в МЧС система прогнозирования возникновения чрезвычайных ситуаций на акваториях (РСЧС) успешно примененная на практике [10].

Важнейшим условием успешного проведения геоэкологических работ на море является их обеспечение современными специализированными судами.

В настоящее время и раньше, при проведении геоэкологических работ на море использовались плавсредства, созданные для проведения различных видов специализированных работ: аварийно-спасательные, ледокольные; гидрографические. Специализированных судов, полностью или частично предназначенных для проведения геоэкологических работ, не существует.

Если в условиях незамерзающих морей эта проблема весьма существенна, то её значимость в замерзающих и, в первую очередь, арктических морях повышается в несколько раз, что связано со следующими обстоятельствами:

- при проведении геоэкологического профилирования заборные кабели (электроразведочные, сейсмические, сейсмоакустические и пр.) могут быть оборваны при соприкосновении с отдельными льдинами;

- при выполнении геологического, геоэкологического и гидрологического пробоотбора, несущие пробоотборники тросы также могут быть повреждены льдом;

- при возникновении опасностей маневрирование экспедиционного судна и быстрый подъем заборных устройств осложняются наличием отдельных льдин и разрозненных ледовых полей.

Одним из направлений развития судового обеспечения исследований является создание и использование судов катамаранного типа. Многокорпусные суда давно доказали свое право на существование [4]. Но если они с успехом используются в области нефтегазовых работ, в первую очередь, как вспомогательные суда [4,12], обеспечивающие различные потребности нефтегазовых добычных платформ, то их использование в гео-

экологических работах только стоит на повестке дня. Хотя, следует отметить, что единичный опыт использования катамаранов в этой области уже насчитывает десяток лет [10]

Основные типы катамаранов, используемых за рубежом в этой части морских исследований: «Type Э022», «Skruna», «Duh-pen») [4]. Результаты, полученные в ходе широкой опытной эксплуатации указанных судов практически во всех районах мирового океана за более чем пятнадцатилетний период, показали высокую эффективность многофункциональных судов катамаранного типа при решении задач в широкой области исследований. Опыт Всероссийского Геологического Института (ВСЕГЕИ) по применению катамаранов для решения широкого спектра геологических и геоэкологических задач, служит базовой основой для широкого использования на море именно этого типа судов [10]. Наличие моста, соединяющего корпуса катамарана, даёт возможность лёгкого и экономически эффективного обустройства систем, механизмов и приспособлений для работы функциональных подсистем и различных подводных аппаратов. Многофункциональность судна катамаранного типа обеспечит увеличение площади рабочей палубы до 2,5 раз, по сравнению с однокорпусными судами, что позволит удобно размещать сменные контейнерные модули оборудования в зависимости от стоящих задач.

Основные виды работ, которые могут успешно обеспечиваться катамаранами разного водоизмещения:

- эксплуатация телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА) обзорного и рабочего классов;
- использование автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) и автономных необитаемых подводных аппаратов с динамическими принципами обеспечения движения (глайдеров);
- эксплуатация гидрографических систем;
- выполнение всех видов профилирования с применением заборных кабелей и тросов;
- безопасное выполнение любых видов проботбора;
- осуществление широкого комплекса заборных аналитических определений.

Преимуществом катамаранов является возможность одновременной работы несколькими заборными измерительными линиями без специальных дополнительных устройств по обеспечению их пространственной независимости, столь усложняющих работу с традиционных однокорпусных плавсредств.

Отметим также более удобное и безопасное выполнение геологического и гидрофизического проботбора, особенно тяжёлыми трубками; удобное выполнение зондировочных работ зондами разных типов

Важнейшим преимуществом катамаранов является то, что они позволяют избежать описанных выше сложностей проведения работ во льдах. Использование межпалубного пространства между корпусами судна позволяет избежать соприкосновения со льдом любых заборных устройств. Трос проботборников движется в этом пространстве, закрытом от льда. Измерительные кабели, опускаемые в воду с использованием межпалубного пространства, оказываются по мере удаления от кормы судна ниже поверхности воды и, следовательно, ниже подошвы льдин любой конфигурации, находящихся за пределами корпуса судна. В этом случае и необходимое маневрирование судна среди льдин не нанесёт урона заборным устройствам и подводным кабелям.

В заключении отметим, что современные геоэкологические исследования на море достигли уровня традиционных геологических работ и их дальнейшее развитие пойдёт по пути технологического и методологического совершенствования, создания систем геоэкологического прогноза.

Литература

1. Воробьев В.В., Делянов А.В., Кайфаджян А.А. Анализ практического использования телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов // Подводные технологии и мир океана, М. №1. 2005, с.: 40-45
2. Ефремин И.М., Холмянский М.А. Геоэкологическое сопровождение освоения нефтегазовых месторождений арктического шельфа. СПб.: «Недра», 2008. 316 с.
3. Козлов С.А. Инженерная геология Западно-Арктического шельфа России. СПб.: ВНИИОкеангеология. 2004. 147 с.
4. Комплексное решение для освоения Арктики и Континентального шельфа. Дайджест публикаций. СПб. Изд. Научно-Производственного Предприятия Подводных технологий «Океанос», 2002. 50 с.
5. Куриленко В.В. К вопросу об определении объекта и предмета исследований геоэкологии и экологической геологии. // Материалы школы экологической геологии и рационального недропользования. СПб. Изд. СПб ГУ, 2015. Стр. 35-52
6. Опекунов А.Ю. Аквальный техноседиментогенез. Тр. ВНИИОкеангеология МПР РФ. Т.208. СПб.: Наука. 2005. 278 с.
7. Опекунов А.Ю. Экологическая седиментология: учеб. Пособие. СПб.: Изд. СПб ГУ. 2012. 224 с.

8. Трофимов В.Т. Геологическое пространство как экологическая категория и его место в эколого-геологических и экологических построениях. // Материалы школы экологической геологии и рационального недропользования. СПб. Изд. СПб ГУ, 2015. Стр. 7-34

9. Холмянский М.А., Ефремкин И.М., Владимиров М.В. Геоэкологические соответствия в морских экосистемах. М.: Рекламное агенство «РДТ». 2014. 244 с.

10. Холмянский М.А., Владимиров М.В., Снопва Е.М. Подводная объектология. СПб.: Недра, 2015. 315 с.

11. Холмянский М.А. Глобальные климатические процессы, как доминирующий фактор изменения природной среды арктических акваторий. // Материалы школы экологической геологии и рационального недропользования. СПб. Изд. СПб ГУ, 2015. Стр. 113-118

12. Arctic Passion News. Helsinki, 2011, № 1, 16 p.

13. Climate of the 21 st century and risks. Hamburg. GEO. 2001. 450 p.

РОЛЬ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИБРЕЖНЫХ СОЛЯНЫХ ОЗЕР В КОНЦЕПЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КУРОРТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОГО КРЫМА

Хохлов В.А. (Крымская гидрогеологическая режимно-эксплуатационная станция Министерства курортов и туризма Республики Крым, Россия, Саки), hohlov2005@ukr.net

В настоящее время многие административно-территориальные единицы Крыма приступают к разработке собственных концепций стратегического развития региона.

Однако, анализ практики такого долгосрочного планирования региональных громад, показал, что часто в разрабатываемых перспективных направлениях развития преобладает формальная, умозрительная составляющая.

В частности, направления устойчивого и эффективного развития курортного региона не всегда обеспечены соответствующими природными лечебными ресурсами и благоприятными экологическими условиями по причине многолетнего техногенного влияния на элементы локальной био-геосферы.

Важной составляющей комплексного научно-обоснованного подхода к стратегии развития прибрежных курортно-рекреационных территорий Крымского полуострова является оценка ресурс-

ного потенциала многочисленных прибрежных соленых водоемов с определением бальнеологической перспективы их использования в лечебно-оздоровительной практике.

В качестве примера такого комплексного подхода можно привести результаты геоэкологических исследований Евпаторийской группы соленых озер, выполненных Крымской гидрогеологической режимно-эксплуатационной станцией на побережье Каламитского залива Черного моря на западе Автономной Республики Крым.

Летом-осенью 2008 и 2015 годов экспедиционно были обследованы семь водоемов - озера Ойбургское, Аджиджайчи, Айрчи, Галгас, Круглое, Контрат и Терекли с отбором проб озерных илов и рассолов для последующих лабораторных исследований.

Экологическое обследование территорий включало оценку существующей техногенно-рекреационной нагрузки на прибрежную экосистему путем инвентаризации объектов курортно-рекреационного назначения и населенных пунктов в 2^х километровой зоне от уреза Черного моря.

Особое внимание уделялось участкам морских песчаных и песчано-галечных пересыпей, отделяющих соленые озера от акватории моря, являющиеся областью фильтрации и транзита вод, формирующих водно-солевой режим таких озер.

В Центральной испытательной лаборатории Крымской ГГРЭС выполнялся комплекс химико-биологических исследований иловых отложений, покровных и грунтовых вод по критериям оценки гидроминеральных лечебных ресурсов на предмет их соответствия бальнеологическим кондициям и санитарным нормам.

Результаты геоэкологических исследований гидроминеральных ресурсов соленых озер и пляжных территорий послужили обоснованием для рекомендаций по их использованию для целей раполечения, талассотерапии, морского бальнеолечения и гелиотерапии на участке побережья Каламитского залива, протяженностью около 26 км в границах Сакско-Евпаторийского курортного района.

Полученные данные легли в основу информационной базы данных при создании инновационно-инвестиционной модели стратегического устойчивого развития региональной административно-территориальной единицы - Сакского района Автономной Республики Крым, а также послужили геоэкологическим обоснованием для создания курортных территорий местного значения.

THE ROLE OF GEOECOLOGICAL RESEARCHES OF OFFSHORE SALT LAKES IN THE CONCEPTION OF STRATEGIC DEVELOPMENT OF HEALTH- RESORT TERRITORIES OF THE WESTERN CRIMEA

***Khokhlov V.A. (Crimean hydrogeological regime-operating station
of the Ministry of resorts and tourism of the Republic of Crimea,
Russia, Saki), hohlov2005@ukr.net***

The geoecological researches of the natural medicinal factors are necessary elements when developing the strategy of regional development of resort territories.

At present many administrative and territorial units of the Republic of Crimea proceed to development of their own conceptions of the strategic progress of their region.

However, the analysis of practice of such long-term planning of regional gromadas showed that often a formal, speculative component prevails in the developing perspective directions of progress.

In particular, the directions of steady and efficient development of a resort area are not always provided with proper natural medicinal resources and favourable ecological conditions owing to long-term technogenous influence on the elements of local biogeosphere.

An important component of the complex scientifically grounded approach to strategy of development of coastal resort-recreational territories of the Crimean peninsula is an estimation of resource potential of numerous coastal salty reservoirs with determination of balneological prospect of their use in medical and health-improving practice.

As an example of such complex approach it is possible to give (produce) results of geoecological researches of Yevpatoria salty lakes group carried out by Crimean hydrogeological regime-operating station (HGROS) on the coast of Kalamitsky Bay of the Black Sea in western part of the Republic of the Crimea.

In summer and autumn of 2008 and 2015 seven reservoirs - lakes Oyburgskoye, Adji-baychi, Airchi, Galgas, Krugloye, Kontrat and Terekli – have been expeditionary investigated and samples of lake silt and brine were taken for the subsequent laboratory researches.

The ecological inspection of the territories included an estimation of the existing technogenous-and-recreational load on the coastal ecosystem by making an inventory of the objects of resort-recreational

purpose (assignment) and settlements at a distance of 2 kilometres from a cut of the Black Sea.

The special attention was given to the areas of sea sandy and sandy-and-pebbly embankments, separating sea water areas from salty lakes being the area of waters filtration and transit, forming water-salt conditions of such lakes.

The complex of chemical and biological researches of containing silt sediments, of integumentary and subsoil waters according to the criteria of an estimation of hydro mineral medicinal resources for their conformity with balneological standards and sanitary norms was carried out in the Central Test Laboratory of Crimean HGROS

The results of geoecological researches of hydro mineral resources of salty lakes and beach territories have served as a substantiation for the recommendations for their use for the purposes of brine therapy, talassotherapy, sea balneotherapy and heliotherapy on a part of the Kalamitsky Bay coast, with extent of about 26 kilometres in the borders of Saki and Yevpatoria resort district.

The received data became the basis of an information database at creation of innovational-investment model of strategic steady development of a regional administrative and territorial unit - Saki district of the Republic of the Crimea, and also they have served as geoecological substantiation for creation of resort territories of local significance.

РАЗДЕЛ 2

•
**50-ЛЕТИЕ ПИТКЯРАНТСКОГО
УЧЕБНО-НАУЧНОГО ПОЛИГОНА
И ИМПИЛАХТИНСКОЙ ПРАКТИКИ
В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ**
•

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРАКТИКИ В ПИТКЯРАНТСКОМ ГОРНОРУДНОМ РАЙОНЕ
РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

*Беляев А.М., Воинов А.С., Морозова А.Б.
(СПбГУ, Санкт-Петербург)*

**GEOLOGICAL AND ECOLOGY-GEOLOGICAL STUDENTS
PRACTICES IN THE PITKJRANTA ORE DISTRICT**

*Belyaev A.M., Voinov A.S., Morozova A.B.
(SPSU, Saint-Petersburg)*

Территория Северного Приладожья была выбрана для проведения студенческих геологических и эколого-геологических практик не случайно. Здесь располагался наиболее близкий к Ленинграду старейший горнорудный район.

Горное и металлургическое производство на территории Северного Приладожья зародилось много веков над. Здесь добывали и перерабатывали как рудные, так и нерудные полезные ископаемые. В 1640 году было открыто месторождение ювелирных гранатов (Киттеля). Четыре камня из этого месторождения украшают корону шведского короля. Вход в здание Нового Эрмитажа, обращенный на улицу Халтурина, украшен десятью великолепными изваяниями атлантов, высеченными из монолитов серого сердобольского гранита по модели скульптора А. И. Терebeneва. Мрамор из месторождения Рускеала использовали для облицовки стен Исаакиевского собора, а также в различных сооружениях Санкт-Петербурга, Царского Села, Гатчины и Петродворца (Булах, Абакумова, 1987, 1997, Борисов, 2009).

Более тысячи лет назад со дна озер и болот добывали железную руду - природнолегированные образования железа в виде оолитов и конкреций из которых сыродутным способом выплавляли металл. В начале XVIII века рудознатцы обнаружили свинцовый блеск (галенит) с примесью серебра. В 1814 году в приходах Суйстамо и Импилахти нашли медные и свинцовые руды. В 1832 году в одной шахте был обнаружен оловянный камень (касситерит). В 1890-е годы оловянное и медное производство стало убыточным, и шахты были переориентированы на добычу железной руды - магнетита. С 1830-го до 1904 года из Питкярнтских

руд было выплавлено 6 617 т меди, 488 т олова, 30 000 т железа, 11 т серебра и 32 кг золота. В конце 1920-х годов горные работы в Питкяранте были прекращены (Буллах, Франк-Каменецкий, 1961; Борисов, 2009).

Впервые наиболее полно рудные объекты и геологическое строение Питкярантского района были описаны в фундаментальной работе Отто Трюстеда (Trusted, 1907). Составленная им геологическая карта территории до сих пор не утратила своего значения. На ней обозначены даже контуры обнажений, которые можно найти и сейчас. На карте выделены главные комплексы пород и показано геологическое строение территории.

Первые результаты геологического картирования Северного Приладожья (Трюстед, 1907) показали, что в его строении принимают участие окаймленные гранитогнейсовые образования. Они определяют геоморфологию территории и выражены в рельефе в виде положительных форм. В плане купола образуют овальные или близкие к ним выходы гранитогнейсов 1-10 км в поперечнике, гнейсовидность которых параллельна внешним очертаниям структур. В строении гранитогнейсовых ядер купольных структур также принимают участие многочисленные горизонты амфиболитов, параллельные границам куполов и сланцеватости окаймляющих амфиболитов сортавальской серии.

Геологическая позиция толщ гнейсов и амфиболитов, обнажающихся в центральных частях куполовидных структур, до сих пор представляют предмет острых научных дискуссий. Существующие представления об их происхождении можно свести к двум основным. Одни исследователи относят гранитогнейсы и амфиболиты куполовидных структур к архею и считают их «окнами» архейского фундамента (Кратц, 1963), либо тектоническими блоками архейского фундамента (Судовиков, 1954, 1964, 1967, 1970; Харитонов, 1981; Park, 1985; Sundblad et al., 1997) среди палеопротерозойских образований. Другие исследователи считают гранитогнейсы более молодыми (чем породы сортавальской серии) протерозойскими образованиями - синкинематическими интрузиями ультраметаморфогенных гранитов, возникших в процессе гранитизации, анатексиса и реоморфизма пород архейского фундамента и тем или иным способом внедрившихся в вышележащие протерозойские толщи (Eskola, 1949, 1952; Салоп, 1971; Григорьева, Шинкарев, 1981; Хазов и др. 1973, 1982). В соответствии с приведенными взглядами на происхождение куполовидных струк-

тур трактовалась и природа так называемых «внутрикупольных» амфиболитов. Одни исследователи рассматривали их как корни изоклинальных складок кровли - амфиболитов сортавальской серии в гранито-гнейсах архейского фундамента (Предовский, Петров, Беляев, 1965), другие относили их к интрузивным аналогам сортавальских амфиболитов (Харитонов, 1981), третьи считали ксенолитами пород сортавальской серии или реликтами субстрата в мигматит-гранитовых диапирах (Григорьева, Шинкарев, 1981).

По периферии гранитогнейсовые ядра купольных структур обрамляются породами сортавальской серии (людиковий), представленные карбонатными породами - мраморами и кальцефирами в основании и в кровле, а в центральной части сложенные пачкой амфиболитов (иногда с реликтами пиллоу структур). Толщи сортавальской серии согласно перекрываются биотитовыми, гранатовыми и ставролит-андалузитовыми сланцам ладожской серии (калевий). Граница между людиковием и калевием в Северном Приладожье оценивается 1922 ± 11 (Матреничев и др. 2006).

Тектоника района. На рубеже 2 млрд лет назад проявились несколько этапов складчатых деформаций. В первый этап под действием субмеридионального горизонтального сжатия, образовывались складки F1. Сааво-Ладожская зона «наползала» на Карельский кратон. Складки F1 имеют субширотное простирание шарниров, и субвертикальное погружение осевых плоскостей. При последующем тангенциальном сжатии в субмеридиональном направлении образовались складки F₂ - с субмеридиональным простиранием осевых плоскостей и вертикальным погружением шарниров. Интерференцией складок F1 и F2 А.Н. Казаков (1976) объяснял образование облекаемых куполовидных форм в Питкярантском районе.

При детальном структурно-геологическом картировании восточной (питкярантской) группы куполов установлены переслаивающиеся с гнейсами многочисленные пластообразные тела амфиболитов, часто будинированные и смятые в изоклинальные складки, которые залегают согласно с обрамляющими купола породами сортавальской серии и образуют внутреннюю концентрическую структуру куполовидных структур (Беляев, 1983, 1985). Кроме того, среди внутрикупольных амфиболитов и гнейсов отмечаются маломощные прослои кварцитов и мраморов. Соотношения внутриядерных образований куполовидных структур с поро-

дами сортавальской серии свидетельствуют об отсутствии между ними углового и стратиграфического несогласия.

Петрохимические и геохимические данные, показали, что внутрикупольные амфиболиты и могут быть сингенетичны амфиболитам Сортавальской серии.

Результаты структурного картирования и микроструктурного анализа (Беляев, 1983, 1985), подтверждают ранее высказанные представления (Казаков, 1976) об образовании Питкярантской и Ристиниемской куполовидных структур в результате интерференции преимущественно двух последовательных фаз складчатости: ранней – F1 с субширотным (первоначальным) простиранием осевых плоскостей и субгоризонтальным (субширотным) простиранием шарниров и поздней – F2 (деформирующей раннюю) – с субмеридиональным простиранием осевых плоскостей и субвертикальным погружением шарниров. Это устанавливается по результатам измерения простирания полосчатости и сланцеватости внутрикупольных и окаймляющих сортавальских амфиболитов, а также гнейсовидности и полосчатости гнейсовых толщ.

Метаморфизм. На территории Северного Приладожья проявлен высокоградиентный метаморфизм андалузит-силлиманитового типа, что соответствует умеренным давлениям около 4–4,5 килобар. Многими авторами отмечается закономерное усиление интенсивности регионального метаморфизма в направлении с северо-востока (фацция зеленых сланцев) на юго-запад (амфиболитовая фацция) (Нагайцев, 1974). Соотношение кристаллизации критических минеральных ассоциаций со стадиями деформаций свидетельствует о том, что прогрессивный высокотемпературный метаморфизм сопряжен с деформациями первой фазы складчатости F1 – с образованием метаморфогенной сланцеватости пород, которая сминается при второй фазе складчатости – F2 (Беляев, 1983, 1985).

Магматизм. На территории района известны несколько магматических комплексов, выделяемых по их связям с последовательными этапами складчатости и стадиями синклиналиного и геосинклиналиного развития района.

1. В ранний этап погружения и осадконакопления сформировался базальтовый комплекс, представленный метаморфизованными туфами и лавами среди гнейсов и карбонатных сортавальской серии.

2. Между двумя этапами складкообразования, около 1,9 млрд лет назад, проявлялись разрывные деформации, по которым внедрялись интрузии габбро-диорит-плагиогранитового состава (Судовиков и др. 1970).

3. В этап блоковых дифференциальных движений, и развития глубинных разломов в условиях тангенциальных сжатий и блоковой перестройки территории около 1.8 млрд лет назад, – сформировался посткинematический комплекс микроклиновых гранитов, пегматитов и метасоматитов.

4. В анорогенный этап общей инверсии Балтийского щита, и образовании региональных глубинных разломов в условиях растяжений на рубеже 1550 млн лет назад сформировался комплекс гранитов рапакиви (Amelin, Belyaev et al., 1991).

5. В этап тектономагматической активизации Балтийского щита 1350 млн лет назад – образовались субвулканические комплексы габбро-диабазов и андезито-дацитов (Хазов, 1982).

Полезные ископаемые. Северное Приладожье является выгодно расположенным горнорудным районом с развитой энергетической базой и наличием разрабатываем месторождений нерудных полезных ископаемых – стекольного сырья, щебня, блочного камня. В результате поисково-разведочных работ СЗГУ в Питкярантском районе были обнаружены и разведаны новые месторождения олова (Хазов, 1973, 1982), приуроченные к известковым апомагнезиальным скарнам, микроклиновым метасоматитам и грейzenам. Для скарновых месторождений характерно оловянно-полиметаллическое, медное, цинковое и магнетитовое оруденения.

Хорошая изученность, сложность геологического строения территории Северного Приладожья, наличие разновозрастных комплексов метаморфических, магматических и метасоматических пород, и разнообразное оруденение – все это послужило причинами для организации разнообразных геологических практик.

Подготовкой и организацией геологических практик для студентов геологического факультета ЛГУ в Питкярантском горнорудном районе в пятидесятых годах занимались Н.Г. Судовиков, А.Г. Франк-Каменецкий, О.М. Римская-Корсакова, А.С. Иванов и А.Г. Булах.

Первую питкярантскую геологическую практику для студентов минералогов и кристаллографов в 1959 году организовали

О.М. Римская-Корсакова и А.С. Иванов. В 1961 году Булах А.Г. и Франк-Каменецкий В.А. выпустили книгу: «Геологическая экскурсия в окрестности Питкяранты» [9], которая служила руководством для практик тысяч студентов и школьников, увлекающихся геологией.

В 1966 году заведующим кафедрой «геологии и поисков месторождений радиоактивных элементов» Н.Г. Судовиковым в Питкярантском районе была организована геолого-радиометрическая практика для студентов 3 курса. Руководили первой практикой преподаватели кафедры Петров В.П. и Беляев О.А. Они проводили в Приладожье экспедиционные работы и были соавторами капитальной монографии: «Геохимия рудных, элементов метаморфических серий докембрия (на примере Северного Приладожья)».

В 1967 году практикой руководили преподаватели Воинов А.С., Сатурин А. А., Еляков Н.Н., а с 1969 года доцент кафедры Б.К. Львов. Он организовал полевой вариант практики с жизнью в палатках на берегу Ладожского озера. В практиках постоянно принимали участие сотрудники кафедры Беляев А.М., Воинов А.С., Еляков Н.Н., Сатурин А.А., Полеховский Ю.С. Цель геолого-радиометрической практики состояла в обучении геологическому картированию высокометаморфизованных, дислоцированных метаморфических толщ и освоении навыка поиска радиоактивных аномалий.

В те времена специализированными экспедициями велись активные поиски месторождений урана. Однако покрыть огромную территорию нашей страны пешеходными маршрутами с радиометрами было невозможно. Поэтому, в районы обнаруженных с самолетов аномалий гамма-поля направляли мобильные группы геологов, которые на месте составляли глазомерную топографическую съемку, схему геологического строения участка и устанавливали причину аномального гамма-поля. Именно для работ в урановых экспедициях и готовили студентов радиоактивщиков.

После объединения кафедр «геологии и поисков месторождений радиоактивных элементов» и «геологии месторождений полезных ископаемых» объединенной практикой до 2008 года руководил доцент Б.К. Львов. К проведению практик студентов кафедры «геологии месторождений полезных ископаемых» в разные годы привлекались: Алексеев И.А., Бороздин А.П., Воинов А.С., Котова И.К., Морозова А.Б., Петров С.В., Полеховский Ю.С. и др.

В девяностых и двухтысячных годах Питкярантскую геологическую практику проходили студенты кафедры общей геологии под руководством А.Л. Харитоновой и О.В. Пупкова с участием Г.С. Биске, В.А. Прозоровского, Ивановой А.Е. Геолого-геохимическую практику под руководством доцента А.В. Сергеева проходили студенты кафедры геохимии.

Учебная эколого-геологическая практика для студентов специалистов 3 и 4 курсов кафедры экологической геологии впервые стала проводиться с 2000 года на базе в поселке Импилахти под руководством доцентов: Микляева Ю.В., Беляева А.М., проф. Нахабцева В.С., с.н.с. Сафарова А.Р., инженеров: Аксюткина С.В., Вийде Д.К., аспирантов Подлипского В.В. и Зеленковского П.С.

Благодаря сложному геологическому строению и сильно пересеченной местности на территории сохранились разнообразные природные ландшафты, практически не затронутые хозяйственной деятельностью. Вместе с тем, за годы эксплуатации месторождений в районе Питкяранты было пройдено много шахт и открытых карьеров. Остались многочисленные не рекультивированные породные и рудные отвалы, отходы металлургических производств, которые за многие годы сформировали техногенные аномалии тяжелых металлов и токсичных элементов в грунтах, почвах и растительности. Это и определило цель практики – освоение полевых и лабораторных методов оценки эколого-геологического состояния компонентов природной среды в Питкярантском горнорудном районе (республика Карелия).

В процессе практики студенты знакомились с геологическим строением территории, горными породами, минералам и рудами месторождений, горнорудным производством, животным и растительным миром. Студенты осваивали радиометрические, гамма спектрометрические, геохимические и биологические методы изучения компонентов природной среды – подземных и поверхностных вод, донных отложений, почв, горных пород, минералов, руд, различных промышленных и горнорудных отходов. Во время геологических экскурсий производилось комплексное опробование перечисленных выше компонентов природной среды по стандартным методикам в геодезически привязанных пунктах. Такое опробование проводилось как в районах, не затронутых антропогенной деятельностью для получения фоновых геохимических и биологических характеристик, так и на территориях геохимических ано-

малый природного и антропогенного происхождения – неразработанных месторождений и рудопроявлений, на горнорудных отвалах и золо-шлаковых отходах.

Отобранные в маршрутах пробы донных отложений, горных пород, минералов, руд, промышленных горнорудных отходов, а также почв, грунтов и различных частей растений анализировались студентами на базе практики рентгено-флуоресцентным методом на приборе AP-104 на тяжелые металлы и токсичные химические элементы (медь, цинк, свинец, мышьяк и др.)

Биологическая оценка состояния качества водной среды осуществлялась методом определения биотического индекса (БИ) Вудивисса. Оценка состояния качества окружающей среды проводилась также по уровню асимметрии морфологических структур – береза повислая - *Betula pendula* Roth. и других видов берез, произрастающих на данной территории.

На основе анализа полученных данных производились:

- выявление зон повышенной радиации на природных геологических объектах и на территориях складирования техногенных отходов;
- картирование территорий техногенных отложений – золошлакоотвалов литейного производства, горнорудных отвалов;
- расчет регионального геохимического фона для горных пород, почв и растений;
- расчет степени загрязнения почв тяжелыми металлами и токсичными химическими элементами в районах влияния геологических объектов и техногенных образований;
- оценка степени загрязнения тяжелыми металлами и токсичными химическими элементами различных видов растительности в районах влияния геологических объектов и техногенных образований;
- расчет класса опасности отходов горнорудного производства;
- определение биотического индекса Вудивисса для оценки состояния качества водных сред.

Итог учебно-производственной эколого-геологической практики - написание и защита отчета по комплексной оценке эколого-геологического состояния компонентов природной среды в Питкярантском горнорудном районе.

С 2004 по 2009 год база СПбГУ в посёлке Импилахти использовалась для проведения практики по методам экологиче-

ского мониторинга для студентов экологических специальностей биологического факультета под руководством Поляковой Н.В., при участии Абакумова Е.В., Балеевой Н.В., Яновского И.Ю.

С 2009 года эколого-геологической практикой для студентов бакалавров кафедры экологической геологии руководит старший преподаватель И.И. Подлипский при участии с.н.с. А.Р. Сафарова, доцента П.С. Зеленковского, инженера Кундалевича Г. А.

Литература

1. Беляев А.М., Львов Б.К. Минералого-геохимическая специализация гранитов рапакиви Салминского массива. Вестник ЛГУ №6, 1981, с. 15-24.
2. Беляев А.М. Внутренняя структура и вопросы генезиса гранито-гнейсовых куполов Северного Приладожья. //В кн. "Гранито-гнейсовые купола", Иркутск, 1983.
3. Беляев А.М. Закономерности распределения рудных элементов в пегматитах, пегматоидных гранитах и гранито-гнейсах Северного Приладожья. В кн. "Закономерности концентрации рудных элементов в гранитоидных формациях Карело-Кольского региона", Апатиты, 1985, с. 89-96.
4. Беляев А.М., Гавриленко В.В. О распределении олова и некоторых других редких элементов в породах гранито-гнейсовых куполов Северного Приладожья. Вестник ЛГУ №14, 1985.
5. Беляев А.М. Гранитоидный магматизм Приладожья и Карельского Перешейка и связь с ним оловянного оруденения. Автореферат канд. диссертации, Л., 1985, 18 с.
6. Беляев А.М. Геохимическая характеристика пород приконтактных зон гранитов рапакиви Салминского массива. Вестник ЛГУ сер.7, вып. 3, 1987.
7. Беляев А.М. Геологические практики, Нестор-История, СПб, 2011, 137 с.
8. Борисов И. В. История горного дела Северного Приладожья (XVII в. - 1939 г.) Сортавала, 2009, 44 с.
9. Булах А.Г., Франк-Каменецкий В.А. Геологическая экскурсия в окрестности Питкяранты. Петрозаводск, 1961, 107 с.
10. Булах А. Г., Абакумова Н. Б. Каменное убранство центра Ленинграда. ЛГУ, Л., 1987.
11. Булах А. Г., Абакумова Н. Б. Каменное убранство Петербурга. С-Пб., "Сударыня", 1997.
12. Григорьева Л.В., и др. Тектоника и магматизм Ладужской области протоактивизации. В кн.: Вопросы магматизма и метаморфизма. Л., Изд.ЛГУ, 1980, т.6, с. 3 - 12.
13. Казаков А.Н. Деформации и наложенная складчатость в метаморфических комплексах. Л., 1976, 237 с.

14. Кратц К. О. Геология карелид Карелии. — Труды ЛАГЕД АН СССР, 1963, вып. 16. 210 с.

15. Матреничев В.А., Вревский А.Б., Сергеев С.А. и др. Граница между людиковием и калевием в Северном Приладожье: геологические взаимоотношения и изотопный возраст Доклады Академии наук, 2006, том 407, №5, с. 1–5.

16. Нагайцев Ю.В. Петрология метаморфических пород ладожского и беломорского комплексов. Л., 1974, 160 с.

17. Предовский А.А., Петров В.П., Беляев О.А. Геохимия рудных, элементов метаморфических серий докембрия (на примере Северного Приладожья). Л., Наука, 1967, 139 с.

18. Судовиков Н.Г. Тектоника, метаморфизм, мигматизация и гранитизация пород ладожской формации. Тр. ЛАГЕД, 1954, вып.4, 196 с.

19. Судовиков Н.Г. Региональный метаморфизм и некоторые проблемы петрологии. Л., Изд.ЛГУ, 1964, 550 с.

20. Судовиков Н.Г. Проблема рапакиви и позднеорогенных интрузий. М.-Л., 1967, 118 с.

21. Судовиков Н.Г., Глебовицкий В.А, Сергеев А.С. и др. Геологическое развитие глубинных зон подвижных поясов. Л., 1970, 227 с.

22. Хазов Р.А. Геологические особенности оловянного оруденения Северного Приладожья. Л., 1973, 87 с.

23. Хазов Р.А. Металлогения Ладожско-Ботнического геоблока Балтийского щита. Л., Наука, 1982, 192 с.

24. Харитонов Л.Я. Структура и стратиграфия восточной части Балтийского щита. М., Недра, 1966, 354 с.

25. Amelin Y., Belyaev A., Larin A., Neymark L., Stepanov K. Salmi batholith and Pitkaranta ore field in Soviet Karelia. IGCP-315, Finland, Helsinki, 1991, 57 p.

26. Eskola P. The problem of mantled gneiss domes. Quart.- J. Geol. Soc. London, 1949, vol. CV, pt. 4.

27. Eskola P. A discussion of domes and granites and ores. - Bull. Comm. Geol. Finl., 51 157, 1952.

28. Trusted O. Die Erllagestätten von Pitkaranta am Ladoga - Sec. - Bull. Comm. Geol. Finland, 1907, N 19.

ИМПИЛАХТИНСКИЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ПОЛИГОН КАК ОБЪЕКТ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Подлипский И.И. (СПбГУ, СПб), (primass@inbox.ru)

IMPILAHTINSKY EDUCATIONAL RESEARCH RANGE AS AN OBJECT OF ENVIRONMENTAL AND GEOLOGICAL INVESTIGATIONS

Podlipsky I.I., (SPSU, VSEGEI, SPb)

Расположен Импилахтинский учебно-научный полигон СПбГУ (УБН «Импиллаhti») в Республике Карелия в Северном Приладожье и охватывает территорию от городов Сортавала и Вяртсиля на западе до района Салми и Олонца на востоке-юго-востоке. Северная граница проходит севернее озера Янисъярви и деревни Хаутаваара. Основной центр полигона расположен в Питкярантском районе в поселке Импилахти.

Импиллахтинский учебно-научный полигон СПбГУ представляет собой уникальный природно-геологический объект, по большей части, с нетронутой природой, уникальными геологическими объектами (широко распространены месторождения, появления полезных ископаемых и точки минерализации) и локальными лито-, биогео- и гидрохимическими аномалиями различного происхождения, кроме того, уникальность объекта определяется сложнейшей геоморфологией, ландшафтами, растительностью и животным миром.

Геологически, УБН «Импиллаhti» находится в южной части Балтийского кристаллического щита. Главной особенностью регионального структурного положения Северного Приладожья заключается в его приуроченности к зоне сочленения эpiarхейского Карельского кратона (массива) с раннепротерозойским Свекофенским складчатым поясом. Сама зона сочленения протяженностью не менее 1000 км и шириной до 80-100 км называется в современной литературе Раахе-Ладожской [1].

Геологическими и геофизическими исследованиями Раахе-Ладожская зона хорошо прослеживается в северо-западном направлении из района Северного Приладожья через Финляндию в Северную Швецию. В юго-восточном направлении она скрывается под образованиями Ладожского грабена и осадочным чехлом Русской плиты. Доказано надвигание глубокометаморфизованных пород свекофеннской плиты на образования краевой части Карельского кратона. В целом, Раахе - Ладожская зона представляет собой гетерогенную длительно развивающуюся взбросо-над-

виговую структуру, стабилизация которой произошла в период 1800–1780 млн лет [2].

УБН «Имплахти» является уникальной площадкой, на которой проводятся разноплановые научно-исследовательские работы и студенческие учебные практики:

1. Карельская учебная структурно-геологическая практика.

Практика проводится для студентов III курса бакалавриата геологического факультета. Традиционно практика проходит в июне, продолжительность практики 21 день. Программа практики предусматривает курс лекций по геологии Северного Приладожья и методам картирования метаморфических комплексов, экскурсионное посещение ряда геолого-структурных полигонов, характеризующих стратиграфию, геологическое строение и особенности структур Северного Приладожья, а также структурно-геологическое картирование выбранного участка в пределах структурного полигона, как самостоятельную работу студентов.

2. Импилахтинская комплексная геолого-геохимическая практика.

Практика проводится для студентов III курса бакалавриата геологического факультета. Традиционно практику посещают студенты кафедр геологии месторождений полезных ископаемых, геохимии, изотопной геологии.

3. Карельская геофизическая практика.

Учебная практика для студентов кафедры геофизики III курса. Продолжительность практики - 21 день. Место проведения: Хаутаваарское серно-колчеданное месторождение, п. Хаутаваара, респ. Карелия

4. Комплексная геофизико-геохимическая научно-исследовательская практика.

Практику проходят студенты III курса бакалавриата и магистранты, специализирующиеся на поисках рудных месторождений и геологическом картировании с использованием комплекса геохимических и геофизических методов. Цель практики – освоение методики полевых геохимических и геофизических работ, обработки и совместной интерпретации данных. Результатом является построение геологических карт и схем с выделением аномалий геофизических и геохимических полей, объяснение их природы и заверка с привлечением структурно-геологических, минералогических, петрографических и других методов исследования. Материалы,

полученные на практиках, используются для подготовки выпускных квалификационных работ.

5. Экологическая практика.

Имплахтинская учебно-производственная практика для студентов кафедры экологической геологии III курса. Цель практики – освоение элементов процедуры «Оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду» (ОВОС) в Питкярантском горнорудном районе (республика Карелия), а также практическое применение теоретических знаний, полученных во время изучения курсов: почвоведение, полевые и лабораторные методы при эколого-геологических исследованиях, оценка экологических свойств горных пород минералов и руд, учение о полезных ископаемых, гидрогеология, геологическое картирование, биотестирование и биоиндикация, экологическая экспертиза и аудит и др. Основная цель практики – оценка эколого-геологического состояния компонентов природной среды Питкярантского горнорудного района

Имплахтинская учебно-производственная практика состоит из 2-х основных разделов.

I. Геологическая практика.

- знакомство со стратиграфией, процессами метаморфизма, пликативной и дизъюнктивной тектоники района окаймленных гранитогнейсовых структур Северного Приладожья;
- знакомство с синорогенными, позднеорогенными, и анорогенными магматическими комплексами;
- знакомство с месторождениями рудного и нерудного минерального сырья.

II. Эколого-геологическая практика.

- знакомство с общими принципами, целями и задачами, а также содержанием эколого-геологических исследований в горнорудном районе;
- оценка регионального геохимического фона для горных пород, донных отложений, почв и растений по тяжелым и токсичным химическим элементам (железо, медь, цинк, свинец, мышьяк и др.) и нефтепродуктам;
- выявление зон повышенной радиации на природных геологических объектах и на территориях складирования техногенных отходов;
- картирование территорий техногенных отложений (золошлакоотвалы литейного производства, горнорудные отвалы);

- оценка влияния геологических массивов горных пород, рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых (на разных стадиях поисков и разведки) и техногенных образований на химический состав почв, донных отложений и различных видов растительности и вод;
- оценка эколого-гидрогеохимического состояния водных объектов селитебных территорий;
- оценка нарушений эколого-геологической обстановки при добыче полезных ископаемых открытым способом;
- получение практических навыков применения современных спутнико-навигационных методов топографического обеспечения полевых исследований;
- практическое освоение методов биоиндикации и биотестирования водных объектов;
- знакомство с общими принципами, целями и задачами, а также содержанием полевых почвенных исследований;
- освоение комплексной методики оценки воздействия современных геологических объектов, сложенных техногенными грунтами на компоненты окружающей среды;
- знакомство с порядком ведения и содержанием полевой документации при эколого-геологических исследованиях;
- практическое освоение радиометрических, гидрохимических, биоиндикационных и литохимических методов в эколого-геологических исследованиях;
- практическое освоение приемов и методов эколого-геологического картирования УБН «Импилехти»;
- составление крупномасштабных эколого-геологических карт и схем.

Основными объектами в рамках эколого-геологических исследований на территории УБН «Импилехти» являются:

- Отработанные месторождения и рудопроявления рудных полей (старое рудное поле, рудное поле Хапунваара и др.);
- Современные геологические объекты сложенные техногенными грунтами (полигоны бытовых и промышленных отходов (полигон г. Питкяранта [3], полигон у полигона в пос. Ляскеля [4] остатки продуктов обогащения руд [5] и др.);
- Природные фоновые (импактные) территории, не затронутые антропогенной деятельностью;
- Водосборные площади и акватории различных водных объектов (озера, реки, залив и др.);

- Транспортные магистрали различного возраста и типа (автодороги, железные дороги);

- Современные объекты добычи и переработки минерального сырья (карьеры по добычи гранита и др.).

УБН «Импилехти» является уникальной площадкой, на которой проводятся разноплановые научно-исследовательские работы и студенческие учебные практики и научно-исследовательские работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ранний докембрий Балтийского щита. / Отв. ред. В.А. Глебовицкий. СПб: изд-во «Наука», 2005, 711 с.;
2. Балтыбаев Ш.К. Геология и петрология свекофеннид Приладожья. / Ш.К Балтыбаев, В.А Глебовицкий., И.В. Козырева и др. СПб: изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000, 198 с.;
3. Подлипский И.И. Эколого-геологическая оценка прилегающих территорий полигона бытовых отходов г. Питкяранта (Республика Карелия). // Вестник СПбГУ, Сер. 7, 2013 г., Вып. 2, с. 48-56;
4. Подлипский И.И. Учет локальных флуктуаций фоновых содержаний поллютантов в эколого-геохимических исследованиях // Инженерные изыскания. М., №5-6, 2015, с. 60-68;
5. Аксюткин С.В., Беляев А.М. Эколого-геологическая оценка шлаковых отвалов металлургического производства Питкярантского горно-рудного района (Республика Карелия). / Материалы V межвузовской студенческой конференции «Школа экологической геологии и рационального недропользования». Под ред. В.В. Куриленко. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004, с. 185-186;

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ В ПОСЁЛКЕ ИМПИЛАХТИ КАК ПОЛИГОНА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ ПО МЕТОДАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Полякова Н.В., Копцева Е.М. (СПбГУ, Санкт-Петербург)

POLYGON IN IMPILAHTI AS A BASE FOR STUDENTS PRACTICE

Polyakova N.V., Koptseva E.M. (SPSU, Saint-Petersburg)

С 2004 база СПбГУ в посёлке Импилехти используется как полигон для проведения практики по методам экологического мо-

нитинга для студентов экологических специальностей факультетов геологии и биологии СПбГУ. В ходе практики студенты знакомятся с основными методами биологического и геохимического анализа. Полигон представляет большой интерес для изучения биоты ввиду большого разнообразия биотопов и различных участков, как подверженных антропогенному воздействию, так и неза тронутых деятельностью человека. Большим плюсом является доступность участков для экскурсий. Традиционно оценивается состав орнитофауны, которая с одной стороны в Южной Карелии небогата, с другой – различные биотопы – поля, сосновые леса, ельники, побережье Ладоги а также синантропная орнитофауна дают возможность познакомить студентов с высоким биоразнообразием. На примере орнитофауны студенты знакомятся с методами учёта и некоторых биоиндикационных расчётов. На более отдалённых маршрутах присутствуют различные млекопитающие – зайцы, кабаны, бобры, медведи, следы жизнедеятельности которых представляют интерес в составлении общей карты наземных позвоночных.

Особый интерес связан с проведением водного мониторинга. Наличие небольших водотоков в посёлке и залива Ладожского озера с различными по гидробиологическим характеристикам участками, таких как заросли макрофитов, песчаные пляжи, открытые прибойные участки с каменистыми берегами позволяют в полной мере показать студентам весь комплекс методов сбора гидробионтов и разнообразие водной флоры и фауны. Наличие очистных сооружений в посёлке с вытекающим с них ручьём представляет особый интерес, т.к. экскурсия с рассказом о методах очистки воды с дальнейшей демонстрацией изменений состояния ручья является наглядной и информативной. По ходу ручья очень хорошо демонстрируются процессы самоочищения водоёма, рассчитываются биоиндикационные индексы. Так же Интересна экскурсия в район карьеров, имеющих различный возраст для демонстрации сукцессии водных сообществ и наземной растительности.

Так же база перспективна для проведения полевой практики по геоботанике у студентов-биологов и экологов начальных курсов. Сложившийся в окрестностях базы Карельский Приладожский ландшафт включает широкий спектр растительных сообществ как типичных для территории северо-запада России, так и свойственных более южным и восточным регионам страны. Нали-

чие зональных и интразональных сообществ, относительно ненарушенных и антропогенно трансформированных определяет богатство флоры района, сочетающей различные географические элементы. Проведение здесь летней полевой практики позволяет сформировать у студентов восприятие растительного покрова как системы закономерно сочетающихся в ландшафте фитоценозов, в которой структура и свойства определяются взаимодействием с важнейшими абиотическими факторами – светом, теплом, влагой. Закрепление знаний механизма адаптации растений и их сообществ к условиям среды является необходимой предпосылкой рационального использования и охраны растительных ресурсов. Растительная компонента Приладожского ландшафта идеальна для выполнения основных задач геоботанической практики: ознакомления с основными методами флористических и геоботанических исследований; овладения методикой сбора и обработки Гербарного материала; изучения типичных представителей местной флоры, их систематического положения, экологических особенностей; освоения методики геоботанического профилирования и крупномасштабного геоботанического картографирования; проработки отдельных приемов камеральной обработки собранных полевых материалов и анализа первичных геоботанических данных; укрепления знаний по морфологии и систематике растений, привития навыков рационального использования растений и их охраны.

ЭДАФИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ В РАЙОНЕ БАЗЫ СПБГУ В ПОС. ИМПИЛАХТИ

***Абакумов Е.В. (СПбГУ, Санкт-Петербург)
Abakumov E.V. (SPSU, Saint-Petersburg)***

Почвы Северо-запада особенно разнообразны на почвенной карте Европейской территории России, что связано с разнообразием форм рельефа и четвертичных отложений. Собственно Северо-запад России является «музеем почвообразующих пород»: из разнообразие настолько велико, что способствует существенной литологической дифференциации почвообразования и выражается в высокой литологической рефлексивности почв. В связи с этим универсальности СПбГУ имеют возможность изучать

почвы самых разнообразных ледниковых и перигляциальных ландшафтов на самых разнообразных почвообразующих породах. Литологическое обусловленное разнообразие почв способствует формированию своеобразного биотопического разнообразия Северо-запада, что находит отражение в структуре природного каркаса ООПТ региона.

В связи с этим изучение и применение для практических занятий примеров почв в районе расположения УНБ СПбГУ «Имплашти» является весьма продуктивным. Почвы вокруг базы представлены природными, природно-антропогенными и техногенными вариантами. Первые доминируют в сельговых и озёрно-ледниковых ландшафтах. Вторые – в агроландшафтах. Третьи – на участках открытой добычи полезных ископаемых. Природные почвы представлены подбурами, подзолами, ржавоземами, торфяными эутрофными и дерново-глеевыми почвами. Реже встречаются целинные подзолистые и элювиально-метаморфические почвы, приуроченные к озерно-ледниковым ландшафтам, в настоящее время преимущественно освоенным. Альфегумусовое почвообразование наиболее характерно для лесных экосистем сельг. Природно-антропогенные почвы представлены в основном агроподзолистыми на перемытых и переотложенных ленточных глинах. Реже встречаются агроземы, находящиеся в стадии вторичного оподзоливания. Они приурочены в заброшенным огородам. Техногенные почвы распространены в участках открытой добычи полезных ископаемых. Здесь распространены техноземы, реплантоземы, литоземы и петроземы, приуроченные к скальным и скально-мелкоземистым субстратам. Таким образом, в районе указанной учебно-научной станции возможно проведение полноценной летней полевой практики по почвоведению и экологии почв и демонстрация природных почв и результатов их техногенной трансформации при проведении полевых экскурсий.

РАЗДЕЛ 3

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕРАВНОМЕРНОСТЬ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКИХ
ПОЧВО-ГРУНТАХ В ПРЕДЕЛАХ ПЛОЩАДИ ОТБОРА
ПРОБ ПО МЕТОДУ «КОНВЕРТА»**

*Агафонова Е.К. (СПбГУ, Санкт-Петербург)
науч. рук. Лебедев С.В., доц., к. г.-м. н.
(СПбГУ, Санкт-Петербург)*

**SPATIAL DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN URBAN
SOILS WITHIN "ENVELOPE" SAMPLING METHOD**

*Agafonova E.K. (SPbGU, Saint-Petersburg),
Scientific adviser Lebedev S.V., associate professor PhD
(SPbGU, Saint-Petersburg)*

Наибольшее внимание при эколого-геохимических съемках обычно уделяется *тяжелым металлам*. Это обусловлено широким распространением и индикационным значением данного вида загрязнения, а также наличием хорошо отработанных и достаточно дешевых аналитических методов (преимущественно спектральных).

Нами был проведен отбор проб почво-грунтов на территории Василеостровского района Санкт-Петербурга. Отбор проводился в соответствии масштабом съемки 1:100 000 по нерегулярной сети, но с частотой не менее чем 1 проба на 1 кв. км.

Отбор проб на тяжелые металлы проводился с площадок размером 20-25 м², по «конверту», т.е. в пределах территории примерно квадратной площадки каждая проба должна была состоять из кусочков грунта, отобранных по углам и в центре. Опробованию подлежал верхний десятисантиметровый слой.

В соответствии с ГОСТом 17.4.4.02-84. из взятых проб путем перемешивания и квартования должна составляться сборная проба весом не менее 500 г, которая затем помещается в полиэтиленовый пакет и маркируется. Мы изменили технику пробоотбора с целью оценки неоднородности распределения тяжелых металлов в пределах площади «конверта». Для этого единичные пробы весом не менее 500 г в каждой точке опробования *не* смешивали, а упаковывали и маркировали отдельно. Таким образом, каждая точка опробования была представлена пятью пробами

«конверта». Всего отобрано 17х5 проб. Определение содержания тяжёлых металлов производилось рентгенофлуоресцентным методом на анализаторе AP-104. Измеряли содержания элементов Pb, Zn, Cu, Ni, Cr.

По результатам проведённых измерений были рассчитаны коэффициенты концентрации исследуемых элементов и суммарный показатель загрязнения почво-грунтов в единичных пробах. Затем для оценки погрешности пробоотбора по методу «конверта» были рассчитаны коэффициенты вариации (% отн) измеряемых параметров по 5 значениям в единичных пробах «конверта» для каждой точки опробования. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты вариации (V,% отн) исследуемых элементов в пробах почво-грунтов

№точки	V _{Pb}	V _{Zn}	V _{Cu}	V _{Ni}	V _{Cr}	V _{Zc}
1	3	34	11	28	9	10
2	19	9	17	38	35	15
3	8	7	33	9	35	11
4	65	37	37	28	18	51
5	7	9	18	28	10	4
6	12	11	28	38	7	9
7	24	34	18	27	21	19
8	12	34	100	31	29	54
9	24	46	35	45	18	30
10	41	55	33	40	22	36
11	26	34	39	55	34	19
12	40	9	24	25	25	26
13	12	18	19	34	25	9
14	21	34	40	20	30	29
15	60	69	83	32	164	123
16	28	34	42	30	35	29
17	30	28	20	27	41	26
Среднее	25	30	35	31	33	29

Как видно из табл.1, средняя величина относительной погрешности пробоотбора для разных элементов находится в границах 25–35 % без какой-либо значимой корреляции между погрешностью для разных элементов. Это говорит о том, что мы имеем дело с естественной (природной) неравномерностью распределения содержания тяжелых металлов в почвах городских территорий. В общем случае величину такой вариации в пределах стандартной площади «конверта» 20–25 м² можно принять равной **30%**.

Исходя из принципа «минимизации возможных вредных последствий» химического загрязнения почв, мы внесли коррективы в нормативные границы категорий опасности в сторону уменьшения их значений. Суть новых границ состоит в том, чтобы измеряемый параметр (в данном случае Zc) с учетом установленной нами экспериментально погрешности пробоотбора по методу «конверта» с доверительной вероятностью 95% не смог бы превысить установленные нормативами значения. В табл.2. показаны нормативные и рассчитанные нами границы интервалов, определяющих категорию опасности химического загрязнения почв по Zc.

Таблица 2: Границы категорий опасности с учётом и без учета погрешности пробоотбора

Категория опасности	Граница Zc нормативная	Граница Zc с учетом погрешности
Допустимая	16	12,3
Умеренно-опасная	32	24,6
Опасная	128	98,5
Чрезвычайно опасная	Более 128	Более 98,5

В среде ArcGIS 10.1 были составлены карты распределения суммарного показателя загрязнения почв Васильевского острова с нормативными и установленными нами границами классов опасности. При стандартных границах 11 проб соответствовали категории «допустимая», 6 – категории «умеренно-опасная» и только одну пробу можно было отнести к «опасной» категории. После коррекции границ интервалов в сторону их уменьшения уже 3 пробы в центре исследуемого полигона стали относиться к «опасной» категории загрязнения, 7 проб соответствуют рангу «умеренно-опасная» и столько же (7) можно отнести к категории «допустимая». При этом более отчетливо проявилась разница между загрязнением почво-грунтов в северо-восточной и юго-западной

частями Васильевского острова – последняя оказалась более чистой, относящейся к допустимой категории.

Таким образом, учет погрешности пробоотбора почв по методу «конверта», связанной с природной неравномерностью площадного распределения тяжелых металлов, может существенно повлиять на определение категории загрязнения почв и конфигурацию разделения территорий на категории.

МОБИЛЬНЫЕ ФОРМЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОДУКТАХ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ ЮЖНОЙ ШВЕЦИИ

*Агеева О.В., Воронин Д.О. (СПбГУ, Санкт-Петербург),
научн. рук. Панова Е.Г., проф. д.г.-м.н. (СПбГУ, Санкт-Петербург)*

MOBILE FORMS OF CHEMICAL ELEMENTS OF BLACK SHALES PRODUCTS IN NARKE REGION

*Ageeva O.V., Voronin D.O. (SPbSU, Saint-Petersburg),
scientific adviser Panova E.G. Prof. Doctor of Geology-
Mineralogical Sciences (SPbSU,
Saint-Petersburg)*

Раннепалеозойские породы черносланцевой формации широко распространены на северо-западной части Восточно-Европейской платформы и в частности на территории Южной Швеции, где достигают сравнительно большой мощности. Примечательной особенностью пород является специализация на U-V-Mo и присутствие значительного количества Cu, Ni, Co, Zn и других халькофильных элементов.

Разработка пород, начавшаяся еще в 16 веке в качестве источника квасцов, за 400 лет привела к скоплению отходов высотой до 100 м и протяженностью в несколько километров, что значительно превышает размеры самих месторождений. Хвостохранилища представляют собой техногенные источники загрязнения окружающего ландшафта и в первую очередь водной системы района посредством ветровой и водной эрозии.

При этом есть основания считать, что некоторые элементы, находясь в отвалах в больших концентрациях, образуя, таким образом, техногенные месторождения. К таким элементам в первую очередь относятся U, а также V, Mo, Ni.

Таким образом, целью данной работы является определение подвижных форм химических элементов в продуктах переработки черных сланцев района Нарке для последующей оценки экологических последствий и возможности их вторичного извлечения.

В ходе работы образцы были разделены на 3 категории: 1 - красные (окисленные) сланцы, 2 - спекшиеся сланцы, 3 - шлаки.

Химический состав проб был определен при помощи метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Проведя сравнительный анализ черных сланцев и их продуктов переработки, были получены данные, по результатам которых в процессе термической переработки последние накапливают ряд химических элементов (ppm): V – до 1150, Zn – до 341, Mo – до 337, Ni – до 239, U – до 230, Cu – до 168.

Для выявления подвижных форм химических элементов и, соответственно, динамики их поведения был поставлен модельный эксперимент по изучению растворимости образцов из наиболее распространенной категории продуктов – красных сланцев. По результатам анализа водных вытяжек методом ICP-MS были получены данные о значительном выносе ряда токсичных элементов в окружающую среду. В первую очередь к ним относятся U, Co, Ni, Tl.

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ ЯМАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Алексеев И.И. (СПбГУ, Санкт-Петербург), научн. рук. Абакумов Е.В., проф., д.б.н. (СПбГУ, Санкт-Петербург)

TAXONOMIC DIVERSITY OF SOILS OF YAMAL REGION

*Alekseev I.I. (SPSU, Saint Petersburg), scientific supervisor
Abakumov E.V. Prof. Dr. Of Sc. (SPSU, Saint Petersburg)*

Почвы играют важнейшую роль в функционировании и динамике развития полярных биомов Земли. Почвенный покров Арк-

тического региона недооценен в плане таксономического, функционального разнообразия почв. Изучение таксономического и функционального разнообразия почв позволяет делать выводы о параметрах проявления почвообразующего потенциала окружающей природной среды.

Настоящее исследование проводилось на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Районы исследования расположены в предгорьях Полярного Урала, на Полярном Урале (г. Черная), в окрестностях реки Халыталбей (приток р. Щучья) и окрестностях города Салехард.

Диагностика почв проводилась согласно «Классификации и диагностике почв России», а также мировой коррелятивной базы почвенных ресурсов (WRB). Районы исследования находятся в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Глубина залегания многолетней мерзлоты оценивалась с помощью методологии вертикального электрического профилирования (прибор LandMapper). Почвообразующие породы преимущественно представлены глинистыми и суглинистыми отложениями морского генезиса на равнинных участках, а также колювием плотных магматических пород в районах Полярного Урала и его предгорий, аллювием – в речных поймах.

Разнообразие почв района в существенной степени обусловлено влиянием многолетней мерзлоты на процессы почвообразования, которое приводит к развитию серии связанных по сути и различных по морфологии почвенных процессов. Первый из них – это процесс криогенного массообмена, который приводит к усложнению структурной организации почвенной массы и усложняет картину изменения почвенных характеристик (рН, содержание углерода, отношение C:N, содержание тяжелых металлов и пр.). Второй – это процесс контактного надмерзлотного оглеения, который развивается в условиях застойного увлажнения, распространяясь либо на весь профиль, либо локализуясь в отдельных его сегментах.

Таксономическое разнообразие изученных почв характеризуется 4 стволами, 12 отделами, 12 типами, 13 подтипами почв согласно «Классификации и диагностике почв России». Для равнинных участков района исследований характерна частая смена автоморфных условий рельефа условиями регулярного гидроморфизма и преобладание среди почв глееземов и их подтипов, торфяных олиготрофных почв. Довольно часто в почвенной тол-

ще проявляются морфологические признаки тиксотропии. Почвенный покров Полярного Урала и его предгорий отличаются большой комплексностью, связанной с воздействием на процессы почвообразования как многолетней мерзлоты, так и специфических свойств почвообразующих пород.

Исследование поддержано грантом Президента РФ для молодых докторов наук № МД-3615.2015.4, грантом РФФИ 16-34-60010 и правительством Ямало-Ненецкого автономного округа.

АГРОПОЧВЫ ГОРОДА САЛЕХАРД

*Алексеев И.И. (СПбГУ, Санкт-Петербург), научн. рук.
Абакумов Е.В., проф., д.б.н. (СПбГУ, Санкт-Петербург)*

AGROSOILS OF SALEKHARD

*Alekseev I.I. (SPSU, Saint Petersburg), scientific adviser
Abakumov E.V. Prof. Dr. Of Sc. (SPSU, Saint Petersburg)*

Систематическое изучение и освоение природных богатств Крайнего Севера началось в 20-х годах XX века. В связи с развитием промышленности и ростом численности населения Заполярного региона резко повысилась потребность в свежих мясо-молочных продуктах, картофеле и овощах. Для данного района транспортировка этих скоропортящихся товаров из более южных районов Советского Союза была затруднена большими расстояниями. Поэтому для городов Крайнего Севера (в т.ч. Салехарда) возникла задача создания местной овощно-кормовой базы для выращивания картофеля, овощей и зеленых кормов для скота.

Настоящее исследование проводилось в летний период (август) на территории города Салехард и включало в себя изучение почв нескольких участков: поле бывшей зональной агростанции (картофельное поле - в настоящее время находится в заброшенном состоянии), картофельные поля на правом берегу реки Шайтанка (в настоящее время находится в заброшенном состоянии), почвы района Ангальского мыса.

В почвенном покрове района исследований преобладают почвы типа подзолов, которые характеризуются низким естественным плодородием. Эти почвы бедны усвояемыми формами

питательных элементов — азота, фосфора и калия, имеют невысокую емкость поглощения и невысокую степень насыщенности основаниями, кислую реакцию почвенного раствора, высокую обменную и гидролитическую кислотность. Все изученные почвы отличаются переуплотненностью верхних горизонтов, достаточно легким гранулометрическим составом. Ниже приведено схематическое описание профиля типичного пахотного агрозема:

РУ (0-5 см), агросерогумусовый, серый, включения корней (обильные), слегка уплотнен, структура неясная, граница слабоволнистая, переход заметный (по изменению плотности)

РУd (5-31 см), агросерогумусовый, серовато-бурый, включения корней (менее обильные чем в РУ), достаточно сильно уплотнен, с 12 до 31 см наблюдаются фрагменты нижележащих горизонтов, граница ровная, переход заметный

Сох (31-61 см), почвообразующая порода (с проявлением признаков редоксиморфизма), общий фон – белесовато-бурый, на нем наблюдаются RedOx пятна (в основном линейно вытянутые), слегка уплотнен, гранулометрический состав - песок, граница слабоволнистая, переход заметный

С (61-120 см), почвообразующая порода, белесый, рыхлый, гранулометрический состав – песок (древние приобские пески смешанного эолового и аллювиального генезиса, именно наличие этих песков позволяет осваивать почвы в данных природных условиях в связи большей мощностью деятельного слоя)

Многолетнемерзлые породы (со 120 см), многолетнемерзлый суглинок.

Также изучены электрофизические свойства пахотных и агропочв города Салехард. Глубина залегания верхнего слоя многолетнемерзлых пород устанавливалась с помощью методологии вертикального электрического профилирования (прибор LandMapper) и составляла в среднем 120 см. Для изученных почв характерен достаточно простой ход изменения величин удельного электрического сопротивления (R_a) с глубиной – постепенное уменьшение величин R_a вплоть до контакта с многолетнемерзлыми породами, где величины сопротивления возрастают. Таким образом, в ходе проведенных исследований выявлена принципиальная возможность длительного существования агропочв в залежном режиме в лесотундровой зоне Западной Сибири в случае наличия ареала легких почвообразующих пород, перекрывающих многолетнемерзлые суглинки.

Исследование поддержано грантом Президента РФ для молодых докторов наук № МД-3615.2015.4, грантом РФФИ 16-34-60010 и правительством Ямало-Ненецкого автономного округа.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ПРИ ДОБЫЧЕ БУРОГО УГЛЯ В СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ

*Алексеевко А.В. (Горный университет, Санкт-Петербург)
al.vl.alekseenko@gmail.com*

*Кошелева Н.Е. (МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва)
natalk@mail.ru*

*научн. рук. Пашкевич М.А., проф., д.т.н.
(Горный университет, Санкт-Петербург)*

GEOCHEMICAL CHANGES OF LANDSCAPES DUE TO BROWN COAL MINING IN NORTHERN MONGOLIA

*Alekseenko A.V. (Mining University, Saint Petersburg),
Kosheleva N.E. (Lomonosov MSU, Moscow)*

The geochemical transformation of landscapes near Sharyngol brown coal open-pit mine showed that dumps represent a source of landscape pollution by the association of As-Bi-W-Mo, which contents are much higher than the abundances in lithosphere and sedimentary rocks. Due to the domestic heating with coal and transport impact, the anomalies of Pb-Zn-Sb are formed in the urban soils. The basic landscape and soil parameters which control the accumulation of metals is the type of land use, as well as the physical and chemical properties of storage media including the amounts of oxides of Fe, Mn and the pH value.

Рассмотрена геохимическая трансформация ландшафтов в районе открытой добычи бурого угля на месторождении Шарынгол в Северной Монголии. Изучена миграция и аккумуляция тяжелых металлов и металлоидов (ТММ) в почвах под влиянием угледобычи. С этой целью проведено ландшафтно-функциональное зонирование территории, определены уровни содержания ТММ в выделенных зонах, выявлены основные факторы их накопления в поверхностных (0–5 см) горизонтах почв и техногенных поверхностных образованиях (ТПО) при разработке месторождения. В

основу работы положены данные почвенно-геохимической съемки 2013 г. с результатами определения содержания двадцати ТММ в 65 пробах методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. В образцах почв и ТПО определены также общее содержание органического вещества и актуальная кислотность.

Анализ полученных данных показал, что геохимическая трансформация степных ландшафтов Северной Монголии при угледобыче проявляется в образовании полиэлементных геохимических аномалий отвалов. Отвалы угольного карьера Шарынгол представляют собой источник загрязнения горнопромышленных ландшафтов ассоциацией элементов As-Bi-W-Mo, содержания которых значительно выше кларков литосферы (по А.П. Виноградову; С.Р. Тейлору и С.М. Мак-Леннану; К.Г. Ведеполу) и осадочных пород (по Н.А. Григорьеву) – As до 18 раз; Mo – до 6; V – в 1,5 раза. В почвах городских ландшафтов под влиянием выбросов автотранспорта и отопления углем формируются высококонтрастные аномалии Pb-Zn-Sb с превышением местного фона до 14,8 раз. Уровень содержания As, Bi, W, Mo, Pb, Zn в почвах и ТПО и их суммарного загрязнения определяется видом использования территории и зависит от степени автономности техногенных ландшафтов. Кроме техногенной нагрузки и положения в рельефе на аккумуляцию ТММ влияют почвенно-геохимические факторы. В отвалах накопление As, Bi, W, Mo, Pb, Zn регулируется величиной pH. На территории города загрязнение почв также контролируется их физико-химическими параметрами – W, Mo, Bi, Pb и Zn накапливаются в органо-минеральных формах, на что указывает корреляция их концентраций с содержанием органического углерода, а оксиды Mn способствуют фиксации Bi и W. В закреплении поллютантов в почвах и ТПО участвуют щелочной, биогеохимический и сорбционный барьеры.

Суммарное загрязнение ТММ отвалов в целом относится к категории умеренно опасного (Zc 22,5) с локальными максимумами в элювиальных позициях опасного (36,1) и очень опасного уровня (75,3). Основной вклад в величину Zc вносят W, As, Mo, Bi, Sb. В среднем по городу суммарный показатель загрязнения Zc составляет 11,3 (неопасный уровень), достигая в отдельных точках величин 17,0-20,3. Наибольший вклад здесь принадлежит W, Sb, Pb, Mo, Zn.

На территории отвалов принятые в Монголии ПДК превышены по As (в среднем в 8,3 раза в 100 % точек), Mo (2,9 раза, 25 %)

и V (1,2 раза, 67 %). Повсеместное превышение норматива для As, зафиксированное и в фоновых, и техногенно нарушенных ландшафтах, указывает на занижение ПДК этого элемента. Накопление потенциально опасных элементов может усилиться при внесении мелиорантов и органических удобрений, вызывающих рост содержания гумуса и оксидов Mn и таким образом способствующих закреплению поллютантов в почвах и ТПО.

Благодарности. Полевые изыскания выполнены при поддержке Совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ, химико-аналитические работы и интерпретация данных – по гранту № 14–27–00083 Российского научного фонда.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РЕКУЛЬТИВАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ ОЧЕРЕДИ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «АЛРОСА»

*Афанасиади К.И. (Горный университет, Санкт-Петербург)
afanasiadi.k@gmail.com*

*Кремчев Э.А. (Горный университет, Санкт-Петербург)
kremcheev@mail.ru*

THE TECHNOLOGICAL APPROACH TO REMEDIATION OF JSC 'ALROSA' TAILINGS OF FIRST AND SECOND STAGES

*Afanasiadi K.I. (Mining University, Saint Petersburg)
Kremcheev E.A. (Mining University, Saint Petersburg)*

The trace element studies of soils were conducted on the tailings of first and second stages at 'Mirninskiy' mining and processing plant of JSC 'ALROSA' specialising in kimberlite ore enrichment. Factors formed by this technogenic object and causing a negative environmental impact were determined. A complex of engineering and biological remediation actions was prepared for tailings at 'Mirninskiy' mining and processing plant.

Технологические процессы горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности неразрывно связаны с потреб-

лением природных ресурсов и формированием разнообразных отходов, накапливающихся в окружающей природной среде.

Несмотря на высокую экологическую опасность, до настоящего времени доминирующим методом утилизации отходов обогатительного производства остается наземное размещение с использованием площадок складирования в виде хвостохранилищ. Таким образом возникает необходимость рекультивации хвостохранилищ выведенных из эксплуатации, как очагов атмосферных, литосферных и гидрохимических загрязнений, вызывающих нарушение природного ландшафта, деградацию почвенно-растительного покрова, ухудшение качества поверхностных и подземных вод и комплексное негативное воздействие на окружающую среду.

Целью выполненной работы было снижение техногенной нагрузки хвостохранилищ обогатительной фабрики №3 в районе деятельности Мирнинского ГОКа.

В ходе исследования были решены следующие основные задачи: определен микроэлементный состав грунтов хвостохранилища I и II очереди; проведен выбор и обоснование способа горнотехнического и биологического этапов рекультивации.

Исследования элементного состава проб грунта проводились методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии. Контрольное определение содержания железа, марганца и стронция проводилось методом атомно-абсорбционной спектрометрии. В результате лабораторных исследований был определен водородный показатель среды ($pH=8,7$). При обработке результатов качественного и количественного состава определялся тип и степень засоления грунтов поверхности хвостохранилища. С использованием классификатора почв по содержанию растворимых солей было определено, что тип засоления сульфатно-хлоридное, а по процентному содержанию сульфатов и хлоридов почвы относятся к сильнозасоленным.

В результате проведенных исследований было выявлено, что именно высокая концентрация солей в грунтах определяет угнетение растительности, в результате нарушения структуры почвы, что затрудняет поступление воды. Главными причинами гибели растений на поверхности хвостохранилища являются: нарушение ионного гомеостаза и токсичное действие солей.

В результате в соответствии с условиями предоставления земельных участков во временное пользование и с учетом местных природно-климатических условий, предложено проведение

следующего комплекса мер по технической и биологической рекультивации. Техническая рекультивация: планирование поверхности хвостохранилища; укладка изолирующего материала на поверхность; транспортирование плодородного слоя почвы; профилирование; боронование поверхности; прикатка почвы. Биологический этап рекультивации: подготовка почвы под посев; посев семян травосмеси; заделка семян; поверхностное внесение стартовых удобрений. Комплекс работ по рекультивации позволит вернуть земли в хозяйственный оборот

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РОССОШИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ВОЛГОГРАДСКОГО ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА

*Аюпова Элиза Ялиловна (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва),
научн.рук. Харькина М.А., доцент, к.г.-м.н. (МГУ им. М.В. Ло-
моносова, Москва) E-mail: ayupova.eliza@mail.ru*

TRANSFORMATION OF ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES ROSSOSHINSKAYA SQUARE OF THE VOLGOGRAD UNDERGROUND GAS STORAGE

*Ayupova E.Y. (Lomonosov MSU, Moscow),
scientific adviser Kharkina M.A., Candidate of Geology and
Mineralogy, Senior Lecturer (Lomonosov MSU, Moscow)*

Объектом исследования являлась территория Россошинской площади, расположенная в районе г.Волгограда, в связи с находящимся там подземным хранилищем газа. Основными источниками техногенного воздействия являются сельское хозяйство и непосредственно само подземное хранилище газа.

Эколого-геохимическая обстановка определяется наличием геохимических неоднородностей, влияющих на живые организмы [2]. Для ее оценки анализировались пробы грунтов, поверхностных вод и растительности.

В ходе рентгенофлуоресцентного анализа проб грунтов выявлены элементы-загрязнители, относящихся к I и II классам опасности в концентрациях, превышающих фоновые. Концентрации загрязнителей (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni) не превышают установлен-

ные санитарные нормы (ПДК и ОДК) по валовому содержанию и подвижным формам. Предположительно, это связано с применением мышьяк содержащих удобрений и частичным естественным засолением. По суммарному показателю загрязнения исследуемые почвы относятся к умеренно опасной категории загрязнения.

Результаты проведенного анализа водной вытяжки свидетельствуют о засолении почв, которое предположительно может быть связано с повышением уровня грунтовых вод или от утечек высокоминерализованного рассола.

Поверхностные воды относятся к пресным, за исключением пробы, отобранной в Россошинском пруду на створе западной границы с площадкой ПХГ. Минерализация этой пробы равна 1,14 мг/л, что позволяет отнести данные воды к слабоминерализованным. Атомно-абсорбционный анализ проб поверхностных вод не выявил превышений содержания тяжелых металлов над ПДК для хозяйственно-бытовых водоемов.

По литературным данным было выяснено, что полынь может являться фитоиндикатором вблизи расположенных рядом техногенных источников воздействия [1]. Помимо высокой аккумуляции тяжелых металлов наземной частью, полынь уже в начале вегетации повреждается хлорозом и некрозом листьев. В образцах растительности были обнаружены токсические содержания свинца, меди, никеля, мышьяка и кадмия. Предположительно источниками поступления элементов-загрязнителей являются минеральные удобрения и проезжая часть.

Трансформация эколого-геохимических условий может происходить в результате загрязнения подземных вод, аварийных разливов рассолов и при нарушении системы канализации.

Воздействие на почвенно-растительный покров при обустройстве наземного комплекса Волгоградского ПХГ может происходить как при строительстве технологических объектов, так и при эксплуатации ПХГ. Оно может быть связано: с изъятием земель во временное и постоянное пользование; с механическим повреждением почвенно-растительного покрова, активизацией почвенной эрозии и дефляции; загрязнением жидкими и газообразными веществами и ухудшением свойств почв.

Таким образом, трансформация эколого-геохимических условий исследуемой территории в ходе строительства и эксплуатации Волгоградского подземного хранилища газа (ВПХГ) незначительна. Основные изменения эколого-геохимических условий

связаны не с самим подземным хранилищем газа, а с предшествующей ему сельскохозяйственной деятельностью

Источники и литература

1. Опекунова М.Г. Диагностика техногенной трансформации ландшафтов на основе биоиндикации : автореферат дис. , доктора географических наук : 25.00.23; Санкт-Петербург, 2013 36 с.

2. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология: учебник. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 415 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ И МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВОГРУНТАХ ОСТРОВА КОТЛИН

*Байтеловой В.В. (СПбГУ, Санкт-Петербург)
научн. рук. В.В. Куриленко проф., д.г.м.н., Изосимова О.С.,
доц., к.б.н. (СПбГУ, Санкт-Петербург)*

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF POLLUTION AND MIGRATION OF HEAVY METALS IN SOILS ISLAND OF KOTLIN

*Baitelova V.V (SPSU, Saint-Petersburg),
scientific adviser Kurilenko V.V., Prof., Dr. of Sc. Izosimova O.S.
(SPSU, Saint-Petersburg)*

Постоянно возрастающее негативное воздействие различных антропогенных факторов на территорию острова Котлин, создает неблагоприятные условия для проживания там людей. Этот техногенный фактор определяет накопление опасных химических элементов в различных компонентах природной среды, которые попадают в организм человека, концентрируясь там, становятся возбудителями тяжелых заболеваний. Это обуславливается тем, что город Кронштадт вместе с прилегающими промышленными территориями является городской и промышленной агломерацией.

Остров представляет собой изолированное пространство, практически исключаящее проникновение загрязнения извне, что

само по себе представляет интерес для экологического мониторинга и исследований.

Таким образом, целью работы является установление экогеологических особенностей дифференциации загрязнения в почвогрунтах природных и техногенных ландшафтах острова Котлин.

В связи с этим были определены следующие задачи:

5. Определить уровень содержания в почвогрунтах микрокомпонентов;

6. Установить уровень загрязнения почвогрунтов тяжелыми металлами;

7. Установить степень подвижности ТМ в зависимости от уровня рН.

8. Провести корреляцию между возможными источниками и местами распространения загрязнения.

Пробоотбор проводился на всей территории острова Котлин. Площадь исследования была разделена на промышленные и селитебные участки. Выбор точек опробывания производился с учетом техногенной нагрузки. Каждой точке присваивался порядковый номер с индексом «К». Всего в пределах острова было установлено 18 точек наблюдения.

Были построены диаграммы изменения миграционной способности металлов в зависимости от изменения среды. Металлы как Fe, Cu, Zn, Al становятся более миграционно способными в условиях кислой среды. Миграционная способность железа в почве определяется растворимостью его соединений. Такие металлы как Co, As, Ni имеют обратную зависимость от реакции среды. При увеличении рН миграционная способность их в почвенном растворе увеличивается.

На участке проведения работ нами были выделены наиболее загрязненные участки города. В каждом из этих участков находятся предприятия производства. Опасность такого загрязнения состоит в том, что тяжелые металлы и их соединения способны проникать в грунтовые воды, которые на территории города распространены повсеместно и залегают первыми от поверхности на глубине от 0 до 5 м. эти воды могут являться проводником загрязняющих компонентов для более глубоких водоносных горизонтов.

По данным исследований в пределах полигона мониторинга в среде ArcGIS были построены карты территориального распределения поллютантов. Суммарный показатель загрязнения Zс рассчитывался для шести элементов (Pb, Zn, Cu, As, Ni, Cr). Из

карты распределения суммарного показателя загрязнения видно, что большая часть острова сильно загрязнена, почвы этих территорий относятся к умеренно-опасной и опасной категориям загрязнения. Наиболее загрязненные территории выделены в центральной и юго-восточной части острова.

В ходе исследования были определены экогеологические особенности загрязнения в почвогрунтах о. Котлин, а так же выделены зоны различной степени загрязнения. Определен уровень содержания микроэлементов в почвогрунтах, установлена зависимость их миграционной способности от изменения рН среды. Выделенные ареалы распространения поллютантов были сопоставлены с источниками загрязнения.

Используемая литература

1. Куриленко В.В. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004.-448 с.
2. Куриленко В.В., Изосимова О.С. Эколого-геологической ресурсо-ведение. СПб.: С.-Петербур. гос. ун-т, 2014.-128с.
3. Куриленко В.В., Осмоловская Н.Г., и др. Экогеологическая характеристика Кронштадта и оценка загрязненности его территории тяжелыми металлами // Вестник СПбГУ. Сер 7. 2015. Вып. 2. – С.107-124

ХИМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ

***Баранов Д.Ю., научн. Рук. Дину М.И., доцент, к.х.н. (ГЕОХИ
РАН, Москва)***

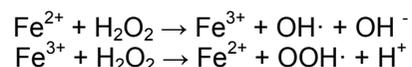
CHEMICAL OXIDATION OF ORGANIC SUBSTANCES UNDER RECULTIVATION OF OIL CONTAMINATED SOIL

***Baranov D.U., scientific adviser Dinu M.I., PhD (Vernadsky
Institute, Moscow)***

Рекультивация нефтезагрязненных участков представляет собой восстановление экосистемы после негативного воздействия связанного с попаданием нефти в окружающую среду и состоит из нескольких стадий очистки (физический метод, химический метод и др.) грунтов и восстановления исходного биогеоце-

ноза. Кроме того, каждый из методов очистки содержит определенные дополнительные этапы: локализация, деструкция и т.д.

Применение химических методов не так распространено при очистке загрязненных грунтов. Для адаптации химических методов очистки нефтезагрязненных грунтов была использована реакция Фентона. В основе реакции лежит взаимодействие ионов переходных металлов (двухвалентного железа) с пероксидом водорода с образованием радикалов, характеризующихся высоким окислительным потенциалом и способных фотохимически разлагать нефтесодержащие органические вещества.



В ходе экспериментального исследования была создана модельная система загрязненного грунта. Использовался торфяной грунт Самотлорского нефтяного месторождения и нефть месторождения Тюменской области. Эксперимент состоял из 2 параллельных этапов: 5 г грунта + 0.1 Г Нефти; 5 г грунта + 3 г нефти. Очистку проб осуществляли реактивом Фентона следующего состава: щавелевая кислота + лимонная кислота + Fe(II) + H₂O₂. Добавляли по 12,5 мл для проб на обоих этапах эксперимента.

Предварительный рефрактометрический анализ проб (1 этап) показал, что происходит постепенное снижение содержания НП в системе под воздействием реактива Фентона. В две пробы было добавлено в 4 раза меньше реактива Фентона, по сравнению с двумя другими и снижение концентрации НП происходит скачкообразно. У двух других проб снижение концентрации НП происходит равномерно и быстрее чем у двух первых проб.

При флюориметрическом анализе окислительно-восстановительная реакция с нефтепродуктами происходит в первые часы после его добавления, так как снижение остаточного содержания нефтепродуктов замедляется по истечении времени. Можно предположить, что в связи с недостатком окисляющих компонентов система приходит в равновесие и дальнейшего окисления не происходит.

Модельный эксперимент по окислению нефтепродуктов в грунтах показал, что применение реактива Фентона, как компонента, полностью разлагающегося до простых веществ, позволил окислить нефтепродукты до 50% от исходно добавленных. Метод

рефрактометрии, показал снижение содержания НП до 20% в течение 4 суток.

ТОРФЯНЫЕ ПОЖАРЫ КАК НЕГАТИВНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

*Белькова Т.А. (ТПУ, Томск),
научн. рук. Перминов В.А., проф., д.ф.-м.н. (ТПУ, Томск),
научн. конс. Алексеев Н.А., ст. преподаватель (ТПУ, Томск)*

PEAT FIRES AS NEGATIVE ECOLOGICAL FACTOR

*Belkova T.A. (TPU, Tomsk),
scientific adviser Perminov V.A., Prof., Dr. of Sc. (TPU, Tomsk),
scientific consultant Alekseev N.A., senior lecturer (TPU, Tomsk)*

Согласно статистическим данным Международного торфяного общества (IPS) мировые запасы торфа составляют более 400 млн. га. Торф для энергетических и сельскохозяйственных нужд добывают на протяжении длительного времени в ряде стран мира. Наибольшими запасами торфа располагают две страны: Канада – 170 млн. га и Россия – 162,7 млн. га.

Негативные экологические последствия горения торфа делятся на краткосрочные (действующие непосредственно в зоне пожара) и отдаленные (проявляющиеся спустя некоторое время, значительно превышающее время воздействия пожара) [1].

Одним из главных негативных факторов воздействия торфяного пожара на атмосферу является выделение большого количества вредных веществ. Экспериментально установлено [2], что среди продуктов горения торфа присутствуют предельные и непредельные углеводороды, бензол, толуол и другие ядовитые вещества в концентрациях, в тысячи раз превышающих значение предельно допустимых концентраций (ПДК). Помимо воздействия высоких температур происходит обогащение почвы золой, образовавшейся в результате пожара, а также смена растительного и животного сообществ. Отдаленные (долгосрочные) негативные последствия пожаров носят гораздо более серьезный характер.

В связи со сложностями в тушении торфяных пожаров альтернативным способом борьбы с ними может стать мониторинг и

своевременное их прогнозирование. Стандартные системы дистанционного мониторинга пожаров позволяют с высокой долей вероятности выявлять места возникновения торфяных пожаров. Именно за счет этого системы прогноза типа FIRMS и ИСДМ-Рослесхоз позволяют выявить основную часть торфяных пожаров. Но в любом случае остается какая-то часть торфяных пожаров, которую невозможно выявить стандартными дистанционными методами, и которые можно обнаружить только при использовании космических снимков высокого разрешения.

Уровень пожарной опасности в лесах на территории России определяется в соответствии с критерием В.Г. Нестерова, который реализован в [3] и основан на метеорологических условиях. Однако определение влажности почвенного покрова таким образом возможен лишь с большими погрешностями, а определить уровень влажности торфа и лесной подстилки таким образом не представляется возможным.

Выводы:

1. Торфяные пожары могут выступать как негативный экологический фактор, воздействуя на атмосферу, литосферу и биоразнообразие экосистем.

2. В большинстве случаев послепожарное восстановление лесных и болотных экосистем занимает длительный период времени и происходит не полностью.

3. Борьба с торфяными пожарами является сложным комплексом мер, поскольку горение торфяников происходит в труднодоступных местах.

4. Эффективным способом борьбы с торфяными пожарами может служить своевременный мониторинг и прогнозирование (с использованием данных ГИС и космических спутников).

5. Существует актуальная проблема совершенствования методики расчета пожарной опасности торфяных месторождений.

Литература:

1. Гонгальский, К.Б. Закономерности восстановления сообществ почвенных животных после лесных пожаров: автореф. дисс. ... д-ра биол. наук / К.Б. Гонгальский / Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН. - Москва, 2015. - 43 с.

2. Соловьев, С.В. Экологические последствия лесных и торфяных пожаров: дисс. ... канд. техн. наук / С.В. Соловьев Академия государственной противопожарной службы МЧС России. - Москва, 2006. - 222 с.

3. ГОСТ Р 22.1.09-99. Группа Т58. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НЕФТЕШЛАМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОСТОВ ИЗ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*Бикташева Л.Р. (КФУ, Казань),
научн. рук. Селивановская С.Ю., проф., д.б.н. (КФУ, Казань)*

REMEDIATION OF OILY SLUDGE USING COMPOST FROM MUNICIPAL WASTE

*Biktasheva L.R. (KFU, Kazan), scientific adviser Selivanovskaya
S.Yu., Prof., Dr. of Sc. (KFU, Kazan)*

Объемы образуемых бытовых отходов и отходов производства представляют угрозу для стабильности экологических систем. Поэтому представляют интерес методы их утилизации: биологические, химические, физико-химические, физико-механические.

В настоящее время биологические методы утилизации все более актуальны. Главными преимуществами этих методов являются: экологическая безопасность, отсутствие дополнительного загрязнения окружающей среды, разложение загрязняющих веществ до безвредных продуктов. Компостирование является общепризнанным и эффективным методом утилизации органической части отходов. Этот метод позволяет уменьшить объем и массу образованных отходов, снизить их опасность для окружающей среды. Компосты могут использоваться в качестве безопасных удобрений, благодаря высокому содержанию минеральных элементов. Полученные компосты могут также использоваться для ремедиации нефтяных отходов ввиду высокой разлагающей способности сообществ микроорганизмов, обитающих в компосте. При биоремедиации компост используется как разбавляющий и структурирующий субстрат, а также как источник микроорганизмов, с помощью которых проходит процесс ремедиации.

Целью данного исследования являлась оценка возможности применения муниципальных отходов для утилизации нефтешламов.

Для ее реализации предварительно был проведен процесс компостирования муниципальных органических отходов. Из компостов разного состава была выбрана смесь с оптимальными характеристиками, которая в дальнейшем использовалась для биоремедиации нефтешламов.

Первый этап эксперимента представлял собой подготовку компостов для последующей ремедиации. Было проведено компостирование смесей разных видов отходов. Компост №1 был представлен смесью ОСВ, отсева ТБО и промасленных опилок в 1:2,7:1. Компост №2 был представлен смесью из осадка сточных вод после фильтр-пресса, отсева твердых бытовых отходов и промасленных опилок в соотношении 1:3:1. Смеси отходов были подобраны так, чтобы соотношение С:N составляло 15:1.

Показателями готовности компоста являются такие параметры, как стабильность и зрелость. В процессе компостирования показатели микробной активности обоих компостов к 150 суткам снизились, что говорит о стабильности этих смесей. Однако к 150 суткам зрелым был лишь компост №2, его фитотоксичность по отношению к тест-объекту *Avena sativa* была существенно ниже по сравнению с компостом №1. Поэтому, компост №2 был рекомендован для дальнейшего использования.

На втором этапе эксперимента была выбрана компостная смесь с оптимальными характеристиками (компост №2) и использована для ремедиации нефтешлама. Компост был смешан с нефтешламом в соотношении 2:1 в двух повторностях. Полученные смеси азрировали и поддерживали постоянную влажность.

Содержание нефтепродуктов в смесях в первый день ремедиации было равно 39 г/кг. На этом же уровне их содержание сохраняется до 35 суток. Начиная с 35 суток ремедиации содержание нефтепродуктов снижается и к 70 суткам составляет в среднем 28 г/кг. Снижение концентрации нефтепродуктов происходит до 100 суток и стабилизируется. К концу процесса ремедиации содержание нефтепродуктов снизилось на 45% (на 180 день - 20,1 г/кг). В то время как в нефтешламе без воздействия в течение 180 суток наблюдается незначительное снижение концентрации нефтепродуктов. Однако снижение фитотоксичности ремедиационной смеси отмечено лишь к 160 суткам, по сравнению с

нулевыми сутками она снизилась на 68,3%, к 180 суткам фитотоксичность снизилась на 88%. Таким образом можно заключить что ремедиация нефтешламов с помощью компостов позволяет снизить общее содержание нефтепродуктов, а также снизить их опасность для окружающей среды.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Бурулина А.Г. (ТПУ, Томск), agbirulina@yandex.ru
научн. рук. Азарова С.В., доцент, к. г.-м. н. (ТПУ, Томск),
svetazara@tpu.ru

ASSESSMENT OF BIOLOGICAL IMPACT OF RADIOACTIVE MATTERS USING COMMON FRUIT FLY *DROSOPHILA* *MELANOGASTER*

Birulina A.G. (TPU, Tomsk), agbirulina@yandex.ru
scientific adviser Azarova S.V., Assoc. Prof., Cand. of Sc. (G.-M.),
(TPU, Tomsk) svetazara@tpu.ru

Естественная радиоактивность в биосфере представлена космическим излучением, природными образованиями, а также объектами топливной промышленности АЭС, ТЭЦ, ГРЭС, предприятиями, ведущими комплексную переработку руд. Попадая в организм, радиоактивные элементы, способны вызвать изменения цитологических показателей в тканях и органах. Изучение биологического влияния материала, содержащего радиоактивные вещества позволит оценить характер воздействия подобных веществ на живые организмы.

Цель исследования - оценка влияния материала, содержащего радиоактивные вещества на процесс развития *Drosophila melanogaster* при помощи метода биотестирования.

Принцип метода состоит в определении токсичности среды в лабораторных условиях при помощи тест-объекта плодовой мушки *Drosophila melanogaster*. В качестве радиоактивного мутагена использовался минерал шрекингерит $[\text{NaCa}_2\{\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3(\text{SO}_4)\}\text{F}\cdot 10\text{H}_2\text{O}]$. На сегодняшний день примене-

ние дрозофилы в качестве тест – объекта является актуальным, что подтверждается многими исследователями.

Исследование проводили на двух линиях дрозофилы *yellow (y), singed (sn)*. Скрещивание таких линий мух называется дигибридным – родители по своим признакам отличаются по двум признакам. Исследование проводилось при помощи методики описанной Н.Н. Медведевым в 1968 г. Для скрещивания были отобраны и посажены одновозрастные особи дрозофилы. На заранее приготовленную среду с концентрациями радиоактивного вещества, истертого в пудру, 0,05 %, 0,1 %, 0,5 %, 1 %, 5 %, 10 % (опытная среда) и контрольную среду (без радиоактивного вещества). В результате скрещивания была получена линия мух, в которой самки имели серое тело с прямыми щетинками, самцы – желтое тело с прямыми щетинками. Во время развития тест - объекта наблюдали за физиологическими показателями в опытной и контрольной среде: фиксировали время появления личинок, высоту подъема куколок над средой, время вылета мух. В морфологической части эксперимента оценивали мушек на наличие морфоз: нарушение флуктуирующей асимметрии, деформацию крыльев, наличие или отсутствие щетинок, соотношение полов.

В результате исследования физиологических показателей не отмечалось нарушение сроков развития. Следует учесть, что с повышением концентрации мутагена в среде высота подъема куколок сокращается. Среда, с содержанием минерала 10 % отмечается наименьшей высотой подъема куколок. Это связано с тем, что эмбрионы и личинки на стадии развития имеют повышенную чувствительность [1]. По мере вылета отмечались дрозофилы с деформированными щетинками, недоразвитым телом, асимметричными крыльями. С увеличением концентрации происходит сдвиг половой пропорции в сторону самок, это происходит в результате нарушения «зоны комфорта» [2].

Таким образом, в результате эксперимента, было оценено тератогенное воздействие на *Drosophila melanogaster*, которое выражалось в изменении высоты подъема куколок, наличии внешних морфоз, сдвига половой пропорции.

Список использованной литературы:

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева и др.; под ред.

О.П. Мелеховой и Е.И. Сарапульцевой. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.

2. Геодакян С.В. Два пола. Зачем и почему? Эволюционная Теория пола: учебник / С.В. Геодакян - Москва, 2011.

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НИТРАТАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БАХЧИСАРАЙСКОГО РАЙОНА

**Богачук О.Г (СГУ, Севастополь),
науч. рук. Сигора Г.А., доц., канд.б.н.
olgha.boghachuk@mail.ru**

NITRATE POLLUTION OF GROUNDWATER OF THE BAKHCHSARAI AREA

**Bogachuk O. G (SSU, Sevastopol),
scientific adviser Sigora G.A., associate, cand. biol. sc.
(SSU, Sevastopol)**

Вода – один из основных ресурсов для всех живых организмов на земле. Она является важнейшим фактором и в социальной сфере, так как водные объекты обеспечивают население питьевой водой. Крым относится к регионам с крайне сложными условиями водоснабжения, собственные водоисточники могут удовлетворить потребность только на 28%. Во многих его районах отмечается значительное загрязнение подземных вод азотистыми соединениями, в том числе нитратами, что связано с большим использованием удобрений в сельском хозяйстве, а также с органическим загрязнением почвы [1].

Актуальность данного исследования состоит в том, что для бытовых и хозяйственных целей важно иметь сведения о причинах, вызывающих повышенное содержание нитратов в воде, во избежание их накопления в растениях, животных и людях, что может вызывать вымирание отдельных видов растений и животных, а также и человеческую смерть. Для анализа был выбран такой показатель качества воды, как нитраты. Их наличие в воде можно определить исключительно санитарно-токсикологическим способом.

За осенний период с сентября по ноябрь 2015 года проведен мониторинг в 14 источниках подземных вод. Территория ис-

следования включает в себя поселки и села долины р. Бодрак, а именно: с. Скалистое, с. Трудолюбовка, с. Прохладное и п. Научный. Периодичность взятия проб - 2 раза в месяц. Все измерения проводились с помощью профессионального нитратомера Н-401 с допустимой относительной погрешности измерения - 10 %. По результатам мониторинга в этих водах выявлена динамика концентраций нитрат-ионов в зависимости от местоположения источника, глубины залегания и температуры окружающей среды. В 7 источниках концентрация нитратов не превышала предельно допустимую концентрацию (ПДК 45 мг/л), в остальных превышение составило от 2 до 16 раз. С глубиной и с понижением температуры окружающей среды концентрация нитратов в источниках подземных вод понижается. Также выявлено, что тенденцию к уменьшению концентрации имеют не все источники (Таблица 1).

Таблица 1. Фрагмент результатов анализа проб воды на содержание нитрат-ионов

№	Дата замера	t возд, °С	Источник	Погодные условия	Концентрация NO ₃ , мг/л	Глубина залег, м
1	04.10.15	24	Скважина, с. Скалистое, ул. Солнечная, 22	дожди	335,83	5
	18.10.25	22		ясно	397,73	
	08.11.15	10		облачно	377,8	
2	04.10.15	24	Колодец, с. Скалистое, ул. Солнечная, 22	дожди	676,4	6
	18.10.15	22		ясно	663,9	
	08.11.15	10		облачно	736,27	
3	04.10.15	24	Скважина, с. Скалистое, ул. Юности, 16	дожди	182,37	9
	18.10.15	22		ясно	232,37	
	08.11.15	10		облачно	179,77	

Таким образом, загрязнение нитратами колодцев и скважин является острой проблемой для большей части населенных пунктов Бахчисарайского района, так как в среднем концентрация

нитратов превышает ПДК в 8 раз. В дальнейшем предполагается расширение карты пробоотбора, для того чтобы проследить тенденцию изменений концентраций нитратов в воде в зависимости от сезонности и сделать вывод о поведении нитратов в родниковых и колодезных водах, а так же глубинных скважинах Бахчисарайского района.

Литература

1. Ю.Н. Ашинов, Э.Е. Слюсаренко Учебно-методическое пособие «Региональная экология» - Краснодар, 2015. – 80 с

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ОТХОДОВ ТЕЙСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ) МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

*Бучельников В.С. (НИ ТПУ, г. Томск, victor.buchelnikov@yandex.ru)
научн. рук. Азарова С.В., доц., к.г.-м.н. (НИ ТПУ, г. Томск)*

ASSESSMENT OF WASTE'S TOXIC LEVEL OF TYOYA IRON-ORE DEPOSIT (THE REPUBLIC OF KHAKASSIA) BY BIOTESTING

Student: V.S. Buchelnikov (National Research Tomsk Polytechnic University), Scientific Supervisor: S.V. Azarova, candidate of geologo-mineralogical sciences

Цель работы: провести оценку токсичности отходов Тейского железорудного месторождения методом биотестирования на водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer.

Водоросли *Chlorella* являются очень удобными объектами для решения ряда общебиологических проблем и некоторых задач практического характера.

Вид *Chlorella vulgaris* Beijer является относительно хорошо изученным и полно охарактеризованным. Относятся к числу наиболее просто организованных одноклеточных зеленых водорослей. Являются широко распространенными: обитают в водоемах разного цикла: постоянных и временных, пресных и соленых; в почвах; наземных субстратах [1].

Для опыта предварительно готовится водная вытяжка из отходов, исходя из соотношения «твёрдая фаза: дистиллированная вода», равным 1:10. Проба тщательно перемешивается на магнитной мешалке, затем отстаивается в холодильнике в течение 12-18 часов, после чего фильтруется через фильтр «белая лента». Далее из полученной вытяжки готовится ряд разбавлений, кратный трём: пробы анализируются в 100, 33, 11, 3,7 и 1,2% концентрациях.

Далее рассаживается тест-культура, выращенная на среде Тамия. Культура вносится по 2 мл в 6 стаканов с контрольной и тестируемой пробами. Содержимое каждого стакана разливается по 6 мл во флаконы-реакторы (по 4 флакона на каждый вариант тестируемой пробы). Все флаконы помещаются в культиватор КВМ-05 на 22 часа. Далее флаконы поочередно устанавливаются в измеритель ИПС-03 и замеряется оптическая плотность культуры.

О степени острого токсического воздействия судят по разнице величины оптической плотности в контроле и опыте после 22 часов выращивания. Рассчитывается среднее значение оптической плотности, затем рассчитывается величина токсической кратности разбавления в случае 20% подавления роста, либо если превышен критерий токсичности в виде 30% стимулирования роста [2].

В ходе эксперимента были получены следующие результаты (табл. 1, 2):

Таблица 1. Результаты биотестирования породы отвала «Северный», шламоотстойника и хвостохранилища

№ п/п	Номер пробы	Величина токсической кратности разбавлений	Повторяемость г, %	Качество воды	Результат токсикологического анализа
1	Т-171-1 (Отвал Северный)	6	24	Среднетоксичная	наличие
2	Т-171-2 (шламоотстойник)	2	13	Слаботоксичная	наличие
3	Т-171-3 (хвостохранилище,)	6	17	Среднетоксичная	наличие

Таблица 2. Результаты биотестирования породы отвалов «Южный», «Южный-2» и пробы промпродукта

№ п/п	Номер пробы	Величина токсической кратности разбавлений	Повторяемость г, %	Качество воды	Результат токсикологического анализа
1	Т-169-1 (Отвал Южный)	11	11	Токсичная	наличие
2	Т-169-2 (Отвал Южный-2)	2,4	11	Слаботоксичная	наличие
3	Т-169-3 (Промпродукт)	2,2	15	Слаботоксичная	наличие

Как видно из результатов, все изученные пробы оказали токсический эффект. Наиболее токсичными оказались пробы отвалов «Северный» и «Южный», а также проба хвостохранилища.

ВЛИЯНИЕ ГЛАВНОГО МИЛЬСКО-МУГАНСКОГО КОЛЛЕКТОРА НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ НА ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЗЕРБАЙДЖАНА

Вагабов У.Г. (Институт Геологии и Геофизики НАН Азербайджана), Науч. рук. Мамедов В.А. д.г.н. (Институт Геологии и Геофизики НАН Азербайджана)

INFLUENCE THE MAIN MIL-MUGAN COLLECTOR ON THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT IN THE SOUTHEASTERN AZERBAIJAN

Vahabov U.G. (Geology and Geophysics Institute ANAS), scientific adviser Mamedov V.A., Dr.of Sc.(Geology and Geophysics Institute ANAS)

Речная сеть Азербайджана насчитывает 8539 рек (с длиной менее 10 км – 7860 рек). Основные реки Азербайджана Кура, Араз, Самур, Ганых (Алазань) являются транзитными (всего их

насчитывается 21). Водные ресурсы Азербайджана ограничены. Общие запасы воды в стране равны при среднегодовой обеспеченности 28,5-30,9 км³, в маловодные годы эти запасы уменьшаются до 22,6 км³. Около 70% ресурсов речных вод республики формируется за счет транзитных рек. В летнее время низовья большинства мелких рек пересыхает. В целом из местных (~10 км³) водных ресурсов на долю поверхностного стока приходится 58%, а подземного - 42%.

Издавна в Азербайджане сельское хозяйство базируется на орошении. Из 4.5 млн. га земель, пригодных для сельского хозяйства, в настоящее время 1.45 млн. га - орошаемые земли. Эти орошаемые земли в основном расположены в равнинно-аридной зоне, которая характеризуется жарким сухим климатом, скудными атмосферными осадками (200-300 мм в год), повышенной испаряемостью (~1000мм в год) и в целом сложностью почвенно-мелиоративных условий. На 610 тыс. га орошаемых земель осуществлены комплексно-мелиоративные мероприятия и построена коллекторно-дренажная сеть. В условиях засушливого климата и различия почвенных характеристик в республике >80% валового продукта сельского хозяйства получается на орошаемых землях.

К одной из таких коллекторно-дренажных систем относится Главный Мильско-Муганский дренажный коллектор, который расположен в пределах территории Юго-Восточного Азербайджана. Строительство коллектора общей протяженностью 117 км прошло в 3 этапа. В 1994 году протяженностью 59 км была запущена в эксплуатацию первая часть коллектора, в 2000 году – 52,7 км его вторая часть. В 2006 году был завершен строительство третьей части 31-километрового участка Главного Мильско-Муганского коллектора для сброса в Каспийское море.

Глубина залегания грунтовых вод согласно мониторинговым исследованиям в районе расположения коллектора на большей части его протяженности варьируется в пределах от 1 до 5 м., которые охватывают верхнюю часть неогенового комплекса отложений и современные наносы..

Минерализация вод в коллекторе, гр/л.

Года	2001	2002	2003	2004	2005	Ср. годовое значение
Средние значения	7.98	6.88	5.33	6.96	5.59	6.55
Соль, тыс. тон	1749	1482	1291	1246	21417	7185

В течении последних 5 лет через коллектор в общей сложности было направленно в Каспийское море 11774 млн м³ воды и 7185 тыс.тон солей (табл.).

С 1955-2005г. по результатам мониторинга установлено, что грунтовые воды в среднем поднялись на 0.44 м, а минерализация грунтовых вод уменьшилась на 15 гр/л.

Выводы: Полученные результаты позволяют рассматривать, что при отсутствии Главного Мильско-Муганского коллектора произошло бы засоление 620 тыс. га Мугань-Сальянской равнины, а грунтовые воды поднявшись на 1-2 м, засолили бы эту территорию на 1-2 г/л.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУБАКВАЛЬНЫХ КАРСТОВЫХ ИСТОЧНИКОВ В БАСЕЙНЕ РЕКИ ШАКВА

*Ваганов С.С. (ПГНИУ, Пермь),
научн.рук. Батурич Е.Н., ассистент (ПГНИУ, Пермь)
vaganov_ss@mail.ru*

THE COMPLEX STUDY OF SUBAQUAL KARSTIC SPRINGS BASIN OF THE RIVER SHAKWA

*Vaganov S.S. (PSU, Perm),
scientific adviser Baturin E.N., Assistant Lecturer (PSU, Perm)*

Субаквальные карстовые источники (родники) остаются малоизученными объектами исследования таких наук, как гидрогеология, геология, карстоведение. Эта проблема связана, в первую очередь, со сложностью их обнаружения и изучения, так как они скрыты от наблюдателя под толщей вод водоотоков и водоемов. Кроме того, ограничивающим фактором их изучения выступает недостаточный уровень проработки методов поиска и исследований.

Изучение субаквальной разгрузки подземных вод имеет как фундаментальное, так и прикладное значение. Для гидрогеологии является важным изучение закономерностей питания, циркуляции и разгрузки подземных вод. Более конкретными задачами можно назвать исследование концентрированной разгрузки подземных вод, выявление закономерностей гидродинамического, темпера-

турного и гидрохимического режимов, оценка их роли в общем балансе вод поверхностных водоемов и водоотоков.

Объектом исследования являются субаквальные карстовые источники в бассейне р. Шаквы, которая расположена на юге Пермского края и является правым притоком р. Сылвы. Она протекает с северо-востока на юго-запад, ее протяженность 167 км, площадь бассейна – 1580 км².

Автором исследован участок реки от н.п. Карнаухова до ее устья, длина которого 36 км, а берега сложены карстующимися сульфатными и карбонатными породами. Исследования включали в себя поиск субаквальной разгрузки в русле и пойме реки. Поиск родников осуществлялся методом визуального наблюдения, с помощью методов термо- и резистивиметрии. Для определения локализации источников субаквальной разгрузки использованы материалы предшествующих исследований, на основании чего были намечены наиболее перспективные участки.

В процессе выполнения работы комплексно изучены физико-географические, геоморфологические, геологические, гидрогеологические условия района.

В результате обследования с использованием методов термо- и резистивиметрии, лыжных маршрутов и визуального наблюдения, обнаружено 9 субаквальных источников в русловой и пойменной частях р. Шаквы.

На подготовительном (предполевом) этапе проанализированы имеющиеся фондовые материалы, определены точки наблюдения, включающие в себя как уже известные зоны субаквальной разгрузки подземных вод, выявленные в предшествующих исследованиях, так и намеченные перспективные участки [1-3].

Полученный фактический материал обработан и систематизирован, создана база данных, включающая как собственные, так и архивные данные. База послужила инструментом для выявления особенностей и закономерностей распределения характеристик подземных вод родников и гидрогеологических подразделений, проведения ретроспективного анализа.

Обобщение, систематизация и анализ полученных данных позволили выявить некоторые закономерности и особенности изученных родников. Исследования показали, что родники, приуроченные к водоносному комплексу в карбонатных отложениях филипповской свиты кунгурского яруса могут быть использованы в качестве источника питьевого водоснабжения, так как качество

соответствует нормативным показателям СанПиН 2.1.4.1175-02. На основе изучения изотопного состава подземных вод характер питания водоносных горизонтов – инфильтрационный.

Литература

1. Шимановский Л.А. и др. Отчет Пермской гидрогеологической партии по гидрогеологической съемке масштаба 1: 500000 листа 0-40-В и западной трети листа 0-40-Г, проведенной в 1957-59
2. Блинов С. М., Хмурчик В.Т., Абдуллин Ш.Р., Щукова И.В. Комплексные исследования субаквальных карстовых источников заповедника «Вишерский». Вестник Пермского университета. Геология. 2008 № 10. С 111-123
3. Иконников Е.А., А.Г.Мелехов, А.М. Гильмеев Отчет Пермской гидрогеологической партии по результатам работ по пересотавлению гидрогеологической карты масштаба 1: 200000 листа 0-40-XXII за период 1967-1969 гг. (Том I)

ТЕХНОГЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛЫХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. КИМРЫ)

*Власова А.А. (Университет «Дубна», Дубна),
alexvlasova93@mail.ru,
научн. рук. Архипова Е. В. к. э - м. н., доцент
(Университет «Дубна», Дубна)*

TECHNOGENIC PHYSICAL EXPOSURE I N THE SMALL TOWNS (ex. Kymru)

*Vlasova A. A. (University "Dubna", Dubna),
alexvlasova93@mail.ru,
scientific adviser Arhipova E. V. cand. of Sc., assoc. Prof.,
(University "Dubna", Dubna)*

Города из-за высокой концентрации населения, промышленных предприятий и транспорта, являются объектами с неблагоприятным состоянием окружающей среды. Проживание на территории современных городов неблагоприятно сказывается на состоянии здоровья населения. Техногенное физическое загрязнение обеспечивается наличием локальных физических полей от

многочисленных и разнообразных источников. Основными видами техногенного загрязнения окружающей среды являются шумовое, вибрационное, тепловое, электрическое, электромагнитное, радиационное поля.

Цель исследования состояла в том, что бы выяснить, как распределены техногенные физические поля, на примере г. Кимры Тверской области. Изучение осуществлялось по двум районам: Новое Савелово (правый берег р. Волга) и Центральная часть, Заречье (левый берег р. Волга). В ходе анализа проводилось изучение электростатического, электромагнитного и радиационного полей.

Электростатическое загрязнение. Атмосферное статическое электричество связано с ионизацией воздуха, является важным природным и экологическим фактором. При ионизации воздуха некоторое число молекул газов, входящих в состав воздуха, становятся аэроионами и несут положительный или отрицательный электрический заряд. Анализ полученных данных свидетельствует о значительном увеличении положительных, отрицательных аэроионов и коэффициента униполярности в районе Новое Савелово. Такие значения свидетельствуют, что в Новом Савелово более высокая концентрация населения и воздух в большей степени загрязнен пылью и аэрозолями.

Электромагнитное загрязнение. Низкочастотные электромагнитные поля создаются в процессе производства, передачи и распределения электроэнергии, функционирования домашней и офисной электробытовой и электронной техники, в том числе мониторов ПК и т. д. Общий анализ обстановки в районах левобережной части г. Кимры не обнаруживает превышений ПДУ. Вместе с тем, в Центральной части прослеживается высокая общая электромагнитная загрязненность: около трети значений превышают уровень в 250 нТл, рекомендуемый в качестве оптимального. Наличие высоких значений магнитной индукции связано с высоким уровнем энергопотребления за счет эксплуатации большого числа бытовых, офисных, автомобильных и других электроприборов. В частном секторе городского центра и р-на Заречье высокие значения магнитной индукции обеспечиваются, главным образом, низким уровнем линий электропередач и систем уличного освещения.

Радиационное загрязнение. Радиационное загрязнение представляет собой довольно опасный с экологической позиции

фактор прямого воздействия на живые организмы. К естественному радиационному фону добавляется создающее загрязнение техногенное ионизирующее излучение, которое поступает в окружающую среду от новообразованных радионуклидов, строительных материалов, также отходов атомного производства и т.п. Для мощности эквивалентной дозы радиоактивного излучения превышений санитарных норм не наблюдается, поэтому радиационная обстановка является в целом благополучной. На исследуемой территории выявлены точки, в которых значения МЭД ГИ выше средних по участку. Возможно, это связано с повышенной естественной радиоактивностью грунтов, в том числе техногенных, а также излучением от промышленных установок, печей и каминов домов в частном секторе города.

Искусственно созданные поля определяют масштаб и интенсивность техногенного физического загрязнения, которое может быть крайне неблагоприятным для жизнедеятельности человека и других организмов. В итоге большая часть населения, проживающего в городах, подвергает риску свое физическое и психическое здоровье, а также здоровье будущих поколений.

О ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОМЫШЛЕННО-ГРАЖДАНСКИХ АГГЛОМЕРАЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА

*Галлямов Р.Р., Зотина К.Э., Курлянов Н.А. (КФУ, Казань),
gallyamovrustam1@mail.ru, zt.ksenya@mail.ru,
Научн. рук. Мусин Р.Х., доцент, к.г.-м.н. (КФУ, Казань)*

ABOUT INDUSTRIAL AND CIVIL AGGLOMERATION IMPACT ON THE ENVIRONMENT ACCORDING TO SNOW COVER RESEARCH

Gallyamov R.R., Zotina K.E., Kurlyanov N.A. (KFU, Kazan)

Одним из основных методов изучения геоэкологического состояния территорий является анализ особенностей состава их снегового покрова.

Авторами в феврале 2016 г. было проведено опробование снегового покрова г. Казани и его окрестностей. Пробы отбира-

лись в 5 л пластиковые бутылки с помощью пластиковой трубы диаметром 110 мм на полную мощность снегового покрова. Талая снеговая вода профильтровывалась с помощью фильтра «Синяя лента». Фильтрат анализировался на определение концентраций основных макро- и микрокомпонентов с помощью хроматографа ISC Dionex-1600 и атомно-абсорбционного спектрометра ContrAA-700, а также значений показателей рН, электропроводности, общей жесткости, перманганатной окисляемости и сухого остатка с помощью методов потенциометрии, кондуктометрии, титриметрии и гравиметрии. Также были определены количества пылевых атмосферных выпадений (нерастворенных в воде веществ), оставшихся на фильтрах, на единицу площади и рассчитаны их массы. Химико-аналитические исследования проводились по действующим нормативным документам (ПНД Ф 14.2:4.176-2000, ПНД Ф 14.1:2:4.131-98, ГОСТ 31870-2012).

Казань расположена на левобережье р. Волга (Куйбышевского водохранилища) в пределах Восточно-Европейской равнины. Численность населения ~1,2 млн. человек, площадь города ~600 км². Промышленный потенциал Казани определяется в настоящее время предприятиями, в основном, химической, нефтехимической и авиастроительной промышленности. Норма осадков в окрестностях Казани составляет ~500 мм/год, из них около 50 % выпадает в зимний период. Геоэкологическая ситуация в пределах города определяется, в целом, как удовлетворительная.

По полученным результатам анализа 82 проб составлялись факторные диаграммы, таблицы и выделялись основные закономерности изменения значений параметров состава снеговой воды в зависимости от места пробоотбора.

Интегральные показатели состава снежного покрова г. Казань и его окрестностей

рН	Жесткость общая (ммоль/л)	Электропроводность (мкСм/см)	Минерализация расчетная (мг/л)
<u>5,77–7,55</u> 6,1–6,6	<u>0,04–0,94</u> 0,08–0,4	<u>2,7–94</u> 11–37	<u>19–186</u> 25–69

Примечание. В числителе – минимальное и максимальное значения, в знаменателе – преобладающие значения.

Значительное количество проб позволило получить индивидуальные характеристики состава снеговой воды по четырём типам разных природных (техногенно-природных) ландшафтов за пределами города и пяти типов микрорайонов (природно-техногенных ландшафтов) в пределах городской черты.

Основные результаты.

1) Выявлены особенности состава снеговых вод в пределах г. Казани и его окрестностей. Данные воды характеризуются преимущественно $\text{SO}_4\text{-HCO}_3/\text{NH}_4\text{-Ca}$ составом и минерализацией – 20-180 мг/л.

2) Городская территория отличается повышенными значениями содержаний в снеговой воде нерастворимых и растворимых в воде веществ, в сравнении со снеговой водой городских окрестностей. Степень превышения отдельных показателей – 2-50 раз.

3) Максимальную минерализующую роль в пределах города имеют наиболее оживленные автотрассы.

4) Общее количество вещества, выпавшего с зимними осадками 2015-2016 года в г. Казани, составляет ~3300 т, из них ~1830 т генерируются непосредственно городом.

ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ И ГЛЮКОЗЫ НА ПОЧВЕННЫЕ МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА

*Гильмуллина А.Р. (КФУ, Казань), gilmullinaar@mail.ru,
науч. рук. Селивановская С.Ю., проф., д.б.н. (КФУ, Казань)*

EFFECT OF CADMIUM AND GLUCOSE ON SOIL MICROBIAL COMMUNITIES

*Gilmullina A.R. (KFU, Kazan), gilmullinaar@mail.ru, scientific
adviser Selivanovskaya S. Yu., Prof., Doc. of Sc. (KFU, Kazan)*

Почва является компонентом биосферы, выполняющим важнейшие функции, в том числе поддержание продуктивности. Быстрая индустриализация общества приводит к поступлению в почву значительных количеств загрязняющих веществ, в частности, металлов. Высокая токсичность металлов и их устойчивость в среде обуславливает их влияние на микробные сообщест-

ва почвы и на состояние экосистем в целом. Среди металлов одним из наиболее токсичных является кадмий, который способен накапливаться в растениях без видимого отрицательного эффекта, и тем самым, оказывать негативное влияние на здоровье человека.

Биологическая активность почв является самым чувствительным параметром при загрязнении почвы тяжелыми металлами. Отклик микробного сообщества почвы проявляется по-разному: уменьшением популяции, изменением физиологической активности и структуры микробного сообщества.

Целью данной работы являлась оценка воздействия кадмия на ростовые характеристики и изменение физиологического профиля микробного сообщества серой лесной почвы.

Объектом исследования служили микробные сообщества почвы, отобранной в Алексеевском районе Республики Татарстан. Для моделирования процессов изменения в почве содержания питательных веществ и содержания токсикантов почву разделили на 4 части. В первую часть (SG) внесли глюкозу в концентрации 10 г/кг, во вторую (SCd) был добавлен кадмий в количестве 500 мг/кг, в третью (SGCd) оба соединения в идентичных концентрациях, четвертый образец (S) представлял собой почву без внесения дополнительных соединений. Почвенные образцы инкубировали в течение 14 суток, затем отбирали пробы для анализа.

На первом этапе для микробных сообществ почв были получены ростовые характеристики. Адаптация сообщества контрольной почвы к новым условиям происходила за 32 часа, а максимальная оптическая плотность при росте составила 0,6 опт. ед. Добавление глюкозы в почву уменьшила продолжительность фазы задержки роста. При анализе роста сообщества образца SG было выявлено, что рост микробного сообщества начинался уже через 18 часов. Внесение в почву кадмия (образец SCd) приводило к удлинению фазы задержки роста микробного сообщества по сравнению с исходной почвой, которая составила 38 часов. Анализ микробного сообщества почвы, в которую были одновременно внесены глюкоза и кадмий, показал, что длительность фазы задержки роста оказалась ниже, чем для почвы SG, но выше, чем для почвы SCd.

На следующем этапе для того, чтобы установить, изменяется ли функциональная активность сообщества у двух максимально отличающихся образцов – SG и SCd, был определен фи-

зиологический профиль методом BIOLOG® EcoPlates™. При анализе сообществ было выявлено, что по сравнению с сообществом, выделенным из почвы с глюкозой, сообщество почвы с кадмием характеризуется более низкими индексами AWCD, R и H, различия в которых увеличивались со временем инкубирования.

Таким образом, в ходе работы был проведен анализ воздействия кадмия и глюкозы на почвенные сообщества. Было выявлено, что внесение кадмия и глюкозы имело разное воздействие на микробные сообщества.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД АПТ-СЕНОМАНСКОГО ТЕРИГЕННОГО ГОРИЗОНТА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

*Гольцева А.П.(ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж)
научн.рук. Бабкина О.А., преп. (ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж)*

HYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF THE APT- SENOAMAN UNDERGROUND WATERS OF THE TERRIGENOUS HORIZON OF SOUTHEAST PART OF THE VORONEZH REGION

*Goltseva A.P. (VSU, Voronezh)
scientific adviser Babkina O. A., lecturer (VSU, Voronezh)*

Изучаемая территория охватывает Таловский район, частично Аннинский, Воробьевский, Бутурлиновский, что входит в состав Федерального полигона «Каменная степь». На данной территории одним из основных эксплуатационных является апт-сеноманский теригенный горизонт, который используется для водоснабжения на большей части своего распространения.

Водовмещающими породами являются пески, в различной степени глинистые, с редкими прослоями песчаников и глин. Мощность горизонта изменяется от долей метра в области выклинивания водовмещающих отложений, достигая 45 м на Калачской возвышенности.

Фильтрационные свойства, как литологический состав пород, весьма изменчив - коэффициент фильтрации от 0,8 до

35 м/сут, преимущественно 1-7 м/сут. Уровень подземных вод горизонта устанавливается в толще вышележащих верхнемеловых карбонатных или четвертичных отложений. Воды горизонта имеют «условный» напор. Абсолютные отметки уровня подземных вод изменяются в пределах от +95 до +149 м. Водообильность горизонта определяется литологическим составом водовмещающих отложений. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,2 до 1,2 л/с, составляя в среднем 0,28-0,7 л/с.

Питание горизонта осуществляется за счет перетока из вышележащих гидрогеологических подразделений, инфильтрации атмосферных осадков и восходящего потока из нижележащих подразделений. Разгрузка происходит в долинах рек, балок, а также при перетоке в нижележащие горизонты с меньшим пьезометрическим уровнем.

Для гидрогеохимической характеристики вод данного горизонта использовались данные по химическим анализам, которые отбирались в результате геоэкологических исследований на данной территории и методика их обработки.

Химический состав вод апт-сеноманского водоносного горизонта достаточно пестрый. Это связано с отсутствием хорошего водоупорного перекрытия и с наличием многочисленных тектонических нарушений, по которым происходит восходящий поток минерализованных вод девона. Воды имеют преимущественно хлоридно-гидрокарбонатный, реже хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатный состав. По катионному составу воды натриево-кальциевого, реже смешанного типа, с минерализацией 0,7-0,9 г/дм³ и более. Воды от нейтральных до слабощелочных (pH - 6,5-7,8).

В подземных водах описанного горизонта повсеместно отмечается превышение предельно-допустимых значений показателя общей жесткости. Превышение ПДК по показателю жесткости, как правило, не более чем двукратное. Максимальные значения общей жесткости (14,8-17,2 ммоль/дм³) наблюдаются в районе населенных пунктов Крутинский и Вознесенский. По отдельным скважинам отмечены повышенные значения минерализации (1,0-1,4 г/дм³). Концентрации железа в подземных водах нижнемеловых отложений в 40% опробованных водопунктов выше ПДК и составляют 0,3-0,5 мг/дм³. Высокие концентрации железа обусловлены, вероятно, природными процессами выщелачивания водовмещающих пород.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ПРИ АНАЛИЗЕ УСТОЙЧИВОСТИ ХРАМА ПРЕСВЯТОЙ ТРОИЦЫ

*Горская В.А. (СПГУ, Горный университет, Санкт-Петербург), valentinka.1990@mail.ru,
науч. рук. Дашко Р.Э., проф., д.г.м.н. (СПГУ, Горный университет, Санкт-Петербург)*

ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE STABILITY ANALYSIS CHURCH HOLY TRINITY

*Gorskaya V.A. (SPMU, Mining University, Saint-Petersburg),
valentinka.1990@mail.ru,
scientific adviser Dashko R.E., Prof., Dr. in geol. of min. sc.
(SPMU, Mining University, Saint-Petersburg)*

Церковь Пресвятой Троицы – подворье Иоанно-Богословского Черемнецкого монастыря, построенная в 1862 году как скит Александро-Невской Лавры по проекту арх. Г.И. Карпова.

Территория здания Храма расположена в пределах нижней Литориновой террасы, которая была заболочена, а начиная с XV века, использовалась для различных хозяйственных и промышленных нужд. Экологический фактор при анализе устойчивости Храма и составления проекта его реконструкции необходимо учитывать при оценке характера длительности и интенсивности контаминации подземной среды. Особое влияние на ее экологическое состояние оказывало и оказывает Киновеевское кладбище, примыкающее к Храму и функционирующее более 160 лет.

Длительный срок контаминации подземного пространства отразился на составе грунтовых вод, который характеризуется высоким содержанием органических соединений: величина ХПК – 259 мгО₂/дм³, перманганатная окисляемость – 48 мгО₂/дм³, БПК – 35 мгО₂/дм³. Подземные воды кислые (рН=4,0) и имеют окислительно-восстановительный потенциал ниже -100 mV, что вызвано присутствием органических соединений, а также деятельностью анаэробных микроорганизмов. Источником поступления микробиоты служат болота, кладбище, хозяйственно-бытовые отходы, которые размещались на данной территории в период ее освоения. Следует также иметь ввиду, что вода содержит агрессивную углекислоту (41,2 мг/дм³), которая в данных условиях должна рассматриваться как продукт дыхания микроорганизмов.

В настоящее время несущие подземные конструкции Храма – ленточные фундаменты из бутовой кладки на извести, установленные на двухслойной плите, состоящей из путиловского известняка на деревянных лежнях со шпонками, находятся в стадии разрушения, о чем свидетельствует содержание ионов Ca²⁺ (105 мг/дм³) и Mg²⁺ (149 мг/дм³) в грунтовых водах.

При этом следует принимать во внимание не только кислотно-щелочные условия, а также микробную деятельность, особенно сульфатредуцирующих бактерий, наличие которых фиксируется по содержанию H₂S и образованию гидротроилита в водонасыщенных грунтах.

Необходимо отметить, что в стенах Храма идет образование сквозных трещин, вызванных неравномерным развитием осадок в слабых грунтах основания, которые представлены водонасыщенными озерно-морскими суглинками, содержащими органическое вещество. Присутствие органики в грунтах предопределяет их способность к развитию длительных незатухающих деформаций Храма. Разрушение плиты известняка и деревянных лежней привело к росту давления от сооружения до 0,13 МПа за счет снижения площади распределяющей подземной конструкции, в то время как при наличии целостности плиты и лежней величина давления под подошвой была значительно ниже 0,1 МПа.

Таким образом, анализ экологического состояния подземной среды: ее анаэробность, низкие величины рН и деятельность микроорганизмов, которые во многом определяют несущую способность грунтов и коррозию строительных материалов несущих подземных конструкций Храма, заставляет вернуться к первоначальному проекту фундамента, но при использовании устойчивых материалов и проведения мероприятий, предупреждающих разрушение фундаментов в агрессивных средах. Подбор специальных растворов для обработки деревянных конструкций следует производить с учетом действующего биоценоза. Плита известняка должна быть заменена на гранитную значительно меньшей толщины (не более 30 см). В дальнейшем при реконструкционных работах применение бетонов на цементах возможно только с использованием биостатных и/или биоцидных добавок и проведения исследований их биоустойчивости при воздействии реальных физиологических групп микроорганизмов.

ПРОГНОЗ ВЛИЯНИЯ ДОБЫЧИ УГОЛЬНОГО МЕТАНА НА ТУТУЯССКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КУЗБАССЕ

*Гридасов А.Г. (НИ ТПУ, Томск)
научн. рук. Кузеванов К.И., доцент, к.г.-м.н. (НИ ТПУ, Томск)*

PREDICTION OF INFLUENCE OF COALBED METHANE DEVELOPMENT ON TUTUYAS GROUNDWATER FIELD AT KUZNETSK BASIN

*Gridasov A.G. (NR TPU, Tomsk)
adviser Kuzevanov K.I., assoc.prof., PhD (NR TPU, Tomsk)*

В Кузнецком бассейне ведутся работы по созданию первого в Российской Федерации промысла угольного метана из неразгруженных от горного давления пластов угля. Лицензионная площадь включает область формирования запасов Тутуяского месторождения подземных вод (МПВ), разведанного в южной части водосборного бассейна реки Тутуяс. Данное МПВ является уникальным для региона как по количеству разведанных запасов (100000 м³/сут), так и по качеству воды. Сохранность качества подземных вод Тутуяского МПВ до настоящего времени обеспечивается отсутствием техногенной нагрузки на площади формирования его запасов. Однако скважинная добыча угольного метана, в силу специфики данного промысла, способна оказать влияние на качество и запасы подземных вод. Поэтому данная проблематика требует всестороннего изучения.

Угольный метан длительное время рассматривался исключительно как фактор, осложняющий проведение горных работ и загрязняющий атмосферу. Однако, в настоящее время стала возможной добыча метана из угольных пластов (МУП) скважинным способом. Изучение проблематики МУП в Российской Федерации ведётся около 15 лет, в 2013 году новый ресурс зарегистрирован в качестве полезного ископаемого. Метан образуется на всех стадиях углефикации органических осадков и частично задерживается в материнской породе силами сорбции. При добыче МУП существенно снижают гидростатическое давление в угольном пласте и обеспечивают градиент давления для миграции газа в направлении скважины. Эксплуатационная откачка оказывает как гидродинамическое, так и гидрогеохимическое влияние на природные воды в районе промысла.

Для оценки влияния водоотбора из глубоко залегающей толщи угленосных пород на запасы приповерхностных подземных вод питьевого значения, выполнено тестовое гидродинамическое моделирование. На основании опубликованных данных о геологическом строении и гидродинамических условиях исследуемого района, построена многослойная сеточная модель области фильтрации, которая в обобщенной форме отражает характер взаимодействия элементов гидродинамической структуры этого района. На модели выполнена имитация водоотбора из угольного пласта в зоне замедленного водообмена, определён характер распространения гидродинамического возмущения в толще угленосных пород. Результаты моделирования показали, что гидродинамическое влияние активнее распространяется по проницаемым пластам углей, чем в относительно водоупорных смежных породах. Таким образом, субгоризонтальное залегание угольных пластов обеспечивает распространение возмущения от углеметановых скважин преимущественно по площади и, в меньшей степени, в разрезе. В результате выполненной работы выявлен принцип изменения фильтрационного потока при эксплуатации углеметановых скважин, что позволяет строить базовые прогнозы развития нарушенного режима фильтрации. Полученные результаты и выводы выражены в следующих тезисах:

1. Местное питание перспективных угольных пластов незначительно, влияние водоотбора из глубоких горизонтов следует ожидать в области выхода дренируемых угольных пластов в зону активного водообмена, где может наблюдаться снижение объёма речного стока.

2. Существенное влияние на качество природных вод верхней гидродинамической зоны (включая Тутуяское МПВ) способен оказать сброс некондиционных подземных вод, попутно извлекаемых при добыче метана из угольных пластов.

3. Количественная оценка влияния промысла МУП на водный баланс эколого-гидролитосферного бассейна должна включать параметры технологической схемы промысла.

4. Минимизировать нежелательное воздействие добычи МУП на Тутуяское МПВ позволит разработка рациональной схемы дренирования угленосной толщи и утилизации попутных вод, на основе использования результатов численного гидродинамического моделирования.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*Данилов А.С., научн. рук. Пашкевич М.А., проф., д.т.н.
(Горный университет, Санкт-Петербург)
aleksandrdsdanilov@gmail.com*

THE PERSPECTIVES OF UAV IN ENVIRONMENTAL MONITORING

*Danilov A.S., Scientific adviser Pashkevich M.A., prof., Dr. of Sc.
(Mining University, Saint-Petersburg)*

Стимулом к развитию беспилотной авиации (БПЛА) во всем мире послужило успешное и широкое использование БПЛА армиями США и Израиля в ходе военных операций (Персидский залив, Югославия, Ближний Восток, арабо-израильские войны). При этом беспилотники зарекомендовали себя как эффективное средство разведки, сопровождения боя, в качестве ложных мишеней для обнаружения зенитных установок противника, доставки ГРУ-зов, для выполнения прочих боевых задач. На сегодняшний день по данным UVS International (ведущей международной ассоциации беспилотных систем) БПЛА производят в 52 странах мира. Десятки больших предприятий и малых фирм конкурируют на этом рынке.

Несмотря на то, что запросы военных ведомств на БПЛА велики и разнообразны, далеко не все производители могут надеяться на получение оборонных заказов. В результате, многие компании, имеющие разработки в области БПЛА, склонны обращать внимание на перспективы применения БПЛА в гражданской и коммерческой сферах.

В свою очередь заинтересованные государственные ведомства и спецслужбы, функции которых связаны с охраной, контролем и мониторингом объектов, ликвидацией ЧС; предприятия ТЭК, а также фирмы, бизнес которых связан с получением пространственных данных, также проявляют встречный интерес к БПЛА.

В области экологического мониторинга с использованием БПЛА решается следующий спектр проблем:

- Оценка состояния воздуха в приземном слое атмосферы;
- Оценка загрязнения водных объектов нефтепродуктами и взвешенными веществами;
- Оценка состояния растительного покрова;
- Оценка радиационного загрязнения окружающей среды;
- Обнаружение и наблюдение при спасательных операциях;
- Ведение разведки лесопожарной обстановки;
- Наблюдение при проведении культурно-массовых мероприятий, мониторинг транспортных потоков и дорожной ситуации.

Использование мониторинговых комплексов на основе БПЛА (в т.ч. разработанного в Горном университете) открывает уникальные возможности для организаций, занимающихся проведением экологического мониторинга, поскольку, беспилотные летательные аппараты могут обеспечить объемный мониторинг воздушной среды с высокой точностью прямыми методами измерения в отличие от всех существующих способов контроля атмосферного воздуха.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ PART (США)

*Деревенко Н.А. (ИГС АН Молдовы, г. Кишинев),
natalia.derevenco@gmail.com,
научн. рук. Морару К.Е., зав. лабораторией Гидрогеологии,
д. г.-м. н. (ИГС АН Молдовы, г. Кишинев)*

THE FEATURES OF GROUNDWATER RUNOFF ESTIMATION USING PART PROGRAM (USA)

*Derevenco Natalia Anatolie, (IGS, Academy of Sciences of Moldova, Chisinau), natalia.derevenco@gmail.com
scientific adviser Moraru C.E., Head of Laboratory of Hydrogeology, Dr. of Sc. (IGS, Academy of Sciences of Moldova, Chisinau)*

Оценка ресурсов подземных вод является актуальной проблемой для современного общества, которое все чаще сталки-

вается с негативными последствиями изменения климата. Этот вопрос важен для Республики Молдова, так как подземные воды используются для питьевого водоснабжения. Знания о подземном стоке позволяют правильно подсчитать естественные ресурсы подземных вод.

В специализированной литературе существует множество методов оценки имеющихся ресурсов подземных вод. Наиболее значимыми являются гидролого-гидрогеологические методы (Куделина, Веригина, Аверьянова, водного баланса в пределах гидрографических секторов и т.д.). В большинстве случаев конечные результаты, полученные различными методами, отличаются друг от друга.

Программа PART (США), широко используемая за рубежом, основана на других критериях определения стока подземных вод в реках. Алгоритм расчета по программе PART (США) включает:

а) расчет по формуле $T = F^{0,2}$ количества дней после начала спада на графике гидрографа, где T – количество дней, F – площадь водосбора, км²;

б) линейную интерполяцию между значениями расхода (Q_2 , м³/с) в точке начала подъема и в конце временного периода T ;

в) по выделенным на гидрографе значениям расхода воды, приравненным к подземному стоку, программа рассчитывает величину подземного стока (Q_1 , м³/с).

Для Молдовы с использованием программного обеспечения PART определялся подземный сток (Q_1) в 43 пунктах наблюдений для 34 рек. Периоды гидрологических наблюдений Q_2 (речной сток, м³/с) весьма различны: от 4-х лет (реки Гаваносса и Балцата) до 43 лет (река Каменка).

Типичные данные для северной, центральной и южной части Молдовы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Типичные данные гидролого-гидрогеологических расчетов, выполненные по программе PART (США)

Река, расположение	Период наблюдений, лет	Площадь водосбора, км ²	Подземный сток, Q_1 , м ³ /с	Поверхностный сток Q_2 , м ³ /с	Q_1/Q_2
р. Чугур, север	40	261	41,656	51,308	79,6
р. Реут, центр	32	7100	35,052	51,562	68,3
р. Лунга, юг	14	370	13,208	18,034	73,8

Выводы:

1. Программа PART (США) позволяет быстро и эффективно рассчитывать значения подземного стока (Q_1) и соотношение Q_1/Q_2 ;

2. Полученные данные указывают на существование тренда снижения величины стока подземных вод в направлении с севера на юг территории Молдовы. Это соответствует тренду изменения климатических параметров;

3. Результаты, полученные с помощью программы PART, имеют вероятностный характер и в будущем необходимо сравнивать их с другими, полученными альтернативными методами расчета и определения стока подземных вод.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ ЖЕЛЕЗОМАНГАНЦЕВОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

*Евдокименко А.В. (СПбГУ, Санкт-Петербург)
научн. рук. доцент Рябчук Д.В. доцент, к.г.м.н,
(СПбГУ, ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург)*

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE FERROMANGANESE CONCRETION FORMATION PROCESSES IN THE EASTERN GULF OF FINLAND

*Evdokimenko A.V. (SPSU, Saint-Petersburg),
scientific adviser associate prof. Ryabchuk D.V., PhD,
(SPSU, VSEGE, Saint-Petersburg)*

Шельфовое железоманганцевое конкреционное образование — широко проявленный процесс современного субаквального рудогенеза (Волков, 1981). В Финском заливе Балтийского моря его интенсивность и разнообразие форм проявления достигает предельных величин сравнительно с другими морскими бассейнами, что и предопределяет повышенный интерес к этому объекту.

Особую значимость приобретают в последнее время геоэкологические аспекты изучения железоманганцевых конкреций (ЖМК) Финского залива, что определяется возрастающей антропогенной нагрузкой на акваторию. Железоманганцевые конкреции

обладают высокими сорбционными свойствами, они являются ловушками для химических элементов, способствуя очищению бассейна путем сорбции поллютантов или, наоборот, источником вторичного загрязнения при их десорбции (Григорьев, 2009). Поэтому исследование процессов десорбции химических элементов, связанных с ЖМК является важной научной и прикладной задачей.

Основной целью данной работы является комплексная эколого-геологическая оценка процессов десорбции протекающих при растворении железомарганцевых конкреций в Выборгском заливе.

Исследуемый участок дна представляет собой уникальный район, рельеф и осадочный покров которого значительно трансформирован в результате подводной добычи железомарганцевых конкреций в 2006-2007 гг. ООО «Петротранс».

Важной научной и прикладной задачей является исследование современных седиментационных процессов, естественное развитие которых было нарушено техногенным вмешательством. Другими задачами исследования являлись: исследование современных седиментационных процессов на участке дна, где в 2006-2007 гг. проводилась опытно-промышленная добыча ЖМК; рассмотрение современных экологических проблем Финского залива, связанных с ЖМК; определение и сопоставление химического состава ЖМК из района добычи и района ненарушенных условий; исследование пространственного распределения Mn, Fe, P в ЖМК в донных отложениях восточной части Финского залива методами ГИС-технологий; сопоставление химического состава ЖМК из зоны естественных и техногенно-нарушенных условий с точки зрения последствий природопользования на основе математической статистики; экспериментальное моделирование процессов десорбции Fe, Mn, Ni и As из ЖМК при смене придонных физико-химических условий; экспериментальные исследования процессов десорбции Al, As, Ca, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb, Ti, Zn из ЖМК в бескислородных условиях с целью моделирования процессов захоронения конкреционного слоя донными отложениями.

В результате полевых исследований было установлено, что характер седиментации в траншеях добычи ЖМК коренным образом изменился и сейчас в них наблюдаются аномально высокие скорости алевропелитовой седиментации. Результаты химических анализов и факторного анализа выборки конкреций выявили за-

метные различия в геохимической структуре ЖМК, расположенных в пределах района их добычи и в районе незатронутом разработками, что может играть существенную роль при решении вопросов, связанных с генезисом конкреций и их циклом развития.

В результате по данным эксперимента при изменении физико-химических параметров среды нахождения ЖМК в донных осадках, происходит селективный вынос элементов с вторичным загрязнением водной среды металлами. Результаты исследования десорбции в гипоксических условиях, как моделирования захоронения ЖМК также показали высокую интенсивность десорбции (до 50 мг/л) для ряда химических элементов, что подтверждает угрозу вторичного загрязнения придонной воды и осадков.

ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОАО «СЫЗРАНСКИЙ НПЗ» ЗА СЧЁТ ВНЕДРЕНИЯ МЕМБРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

*Egorova M.A. egorita8@gmail.com
Научн. рук. Пашкевич М.А., проф., д.т.н.
(НМСУ "Горный", Санкт-Петербург)*

ASSESSMENT AND MITIGATION OF OJSC SYZRAN REFINERY ENVIRONMENTAL IMPACT AS A RESULT OF MEMBRANE TECHNOLOGY IMPLEMENTATION FOR BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTE WATER

*Egorova M.A.
scientific adviser Pashkevich., Prof., Dr. of Sc.
(SPMU, Saint-Petersburg)*

Цель работы: снижение негативного воздействия нефтеперерабатывающего предприятия на окружающую природную среду за счёт внедрения мембранного биореактора на станции биологической очистки сточных вод.

ОАО «Сызранский НПЗ» – нефтеперерабатывающее предприятие, работающее по топливной схеме с наличием отдельных нефтехимических производств. Завод перерабатывает западноси-

бирскую нефть, а также нефть, добываемую в Самарской области. Выпускаемая продукция – бензины, дизельное, реактивное и котельное топливо, нефтебитум, сжиженные газы. Объем переработки нефти по заводу в целом составляет 6,6 млн. т/год.

Одна из основных проблем на нефтеперерабатывающих предприятиях – образование большого объема сточных вод. На станцию биологической очистки сточных (БОС) вод ОАО «СНПЗ» помимо производственных стоков завода, прошедших механическую и физико-химическую очистку, поступают механически очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды ближайших жилых районов г. Сызрани. БОС Сызранского НПЗ морально и физически устарели и требуют реконструкции.

В настоящее время на заводе реализована двухступенчатая технология биологической очистки сточных вод «аэротенк-отстойник» с образованием большого количества избыточного активного ила (800т/год). Избыточный активный ил относится к категории биологически опасных отходов и требует утилизации. Атмосферными осадками происходит размывание иловых карт, загрязняющие вещества и патогенная микрофлора попадают в почву, в грунтовые воды и поверхностные водные объекты. В процессе сушки на иловых картах продолжаются процессы гниения, в результате в атмосферный воздух выделяется большое количество сероводорода, метана и аммиака.

В связи с этим, предлагается на этапе реконструкции БОС завода усовершенствовать технологию биологической очистки сточных вод. Для этого предлагается замена классической схемы «аэротенк-отстойник» на мембранный биологический реактор (МБР). Его преимущества заключаются в:

- уменьшении количества металлоемких аппаратов;
- снижении массогабаритных характеристик емкостных сооружений;

- получении малого количества избыточного активного ила;
- сокращении площади, занимаемой оборудованием.

Мембранный биореактор сочетает биологическую обработку активным илом с механической мембранной фильтрацией. Мембранный модуль используется для разделения иловой смеси и представляет собой альтернативу широко применяемому методу осаждения активного ила во вторичных отстойниках.

Система мембранного биореактора состоит из аэротенка и мембранного модуля, оборудованного полволоконными ультра-

фильтрационными мембранами. Сточные воды поступают в аэротенк, находящаяся в аэротенке иловая смесь циркулирует через мембранный модуль. Полволоконная мембрана представляет собой полую нить. Смесь сточных вод и активного ила фильтруется через поверхность мембран снаружи вовнутрь. Очищенная вода поступает на обеззараживание, а активный ил остается в мембранном резервуаре и поддерживается во взвешенном состоянии с помощью системы аэрации.

Микроорганизмы активного ила не выносятся из системы МБР, поэтому биореактор работает в условиях высокой концентрации биомассы. Постоянная циркуляция приводит к механическому воздействию на оболочки бактерий, поэтому основная потребляемая бактериями энергия используется не для размножения, а расходуется для поддержания жизнедеятельности, что приводит к снижению прироста избыточной активной биомассы.

Переход на мембранную технологию биологической очистки позволит предприятию снизить затраты на размещение, обеззараживание и утилизацию избыточного активного ила. Результаты расчетов подтверждают экологическую эффективность и экономическую обоснованность технологии очистки сточных вод в МБР.

РАДИОАКТИВНОСТЬ ДИКТИОНЕМОВЫХ СЛАНЦЕВ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ В РАЙОНЕ ДУДЕРГОФСКИХ ВЫСОТ

*Ефремова У. С. (СПбГУ, Санкт-Петербург),
науч. рук. Лебедев С.В., доц., канд. геол.-мин.наук
(СПбГУ, Санкт-Петербург)*

RADIOACTIVITY OF THE DICTYONEMA SHALES AND ESTIMATION OF THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF DUDERHOF HEIGHTS

*Efremova U.S. (SPbSU, Saint-Petersburg),
Scientific adviser Lebedev S.V., associate professor PhD
(SPbSU, Saint-Petersburg)*

Геологические тела с повышенным содержанием естественных радионуклидов (ЕРН) относятся к категории природных

геологических объектов, которые определяют экологическую обстановку исследуемого района.

На территории Ленинградской области залегает толща ордовикских радиоактивных битуминозных аргиллитов (диктионемовых сланцев). Чаще всего эти породы перекрыты более поздними отложениями, однако есть районы, в основном приуроченные к Балтийско-Ладожскому глинту, где диктионемовые сланцы подходят близко к дневной поверхности и вскрываются многочисленными реками и ручьями, а также техногенными выработками.

Особое место среди таких территорий занимают Дудергофские высоты. Здесь мощность толщи диктионемовых сланцев достигает 3,5 метров. За счет многочисленных локальных повышений и понижений рельефа диктионемовые сланцы могут контактировать непосредственно с почвой на относительно больших пространствах. Здесь ореолы рассеивания ЕРН могут образовываться естественным путем за счет механического или химического обогащения почв радиоактивными элементами, содержащимися в битуминозных аргиллитах.

В процессе полевых радиационных исследований в районе Дудергофских высот было обследовано обнажение с выходом на дневную поверхность диктионемовых сланцев протяженностью 6 метров и видимой мощностью 1,5 метра. Измерения с дозиметром ДРГ-01Т1 показали, что мощность экспозиционной дозы, создаваемой этими породами, варьирует от 165 до 225 мкР/ч, что является аномально высоким показателем для природных источников радиоактивного излучения. На этом же обнажении было отобрано 18 проб диктионемовых сланцев с целью определения в лабораторных условиях удельной активности ЕРН (радий-226, торий-232, калий-40).

На основании замеров мощности экспозиционной дозы рассчитывалась мощность эквивалентной дозы. Значения по всем точкам составили от 14 мЗв/год до 19 мЗв/год. Согласно основным санитарным правилам обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ) степень облучения населения на данной территории является *высокой*.

Удельную активность проб определяли на установке РАДЭК в испытательной лаборатории отдела радиационной гигиены ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург». По данным анализов вычислялась эффективная удельная активность пород (Аэф). По нашим данным значения Аэф в пробах

диктионемовых сланцев из геологического разреза Дудергофских высот варьируют от 1190 до 7780 Бк/кг.

Определения удельной активности ЕРН позволили также рассчитать потенциальную мощность поглощенной дозы в воздухе над почвами Дудергофских высот и сравнить полученные значения с подобными величинами для ближайших к Ленинградской области регионов. По полученным данным мощность поглощенной дозы над почвами Дудергофских высот может в 9-11 раз превышать подобные показатели в Эстонии и Финляндии, а также средние значения по России.

Столь высокие величины уровня радиации, мощности эквивалентной и поглощенной доз указывают на то, что на подобных участках (близ выходов диктионемовых сланцев на дневную поверхность) длительное пребывание людей может привести к серьезным проблемам со здоровьем.

Следовательно, необходимо тщательное наблюдение за радиационной обстановкой в районе Дудергофских высот и информирование населения о том, что в непосредственной близости от места их проживания находится достаточно сильный источник природного ионизирующего излучения.

ГЕОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ОТСЕВА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАЦИОННОЙ МИНЕРАЛЬНО- МАТРИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

*Жабриков С.Ю. (ПГУПС, г. Санкт-Петербург),
научн. рук. Кнатько М.В., ст. науч. сотр., к.ф.-м.н.
(ФТИ им. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург),
Пастухова В.А., Подлипский И.И., ст. пр., к.г.-м.н.
(СПбГУ, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург)*

GEOPOLYMERIZATION OF ORGANIC MUNICIPAL SOLID WASTE WITH APPLICATION OF INTEGRATED MINERAL- MATRIX TECHNOLOGY

**Zhabrikov S.Yu. (PSUC, Saint-Petersburg),
scientific adviser Knatko M.V., SRF, PhD (PTU by Abram F. Ioffe
RAS), Pastuhova V.A., Podlipiski I.I., senior professor, PhD
(SPbSU, Institute of earth Sciences, Saint-Petersburg)**

Первичный органоминеральный отсев (ОМО) твердых коммунальных отходов образуется на коммунально-производственных предприятиях оказывающих услуги по обращению с отходами производства и потребления в процессе обработки поступающего техногенного продукта, по средствам комплексов автоматизированной сортировки, в количестве 10-15% от объема поступающего отхода. Ввиду высокого содержания органических веществ (до 75% от массы) и отсутствия механизмов отдельного сбора отходов ТКО в России, органоминеральный отсев является носителем патогенной микрофлоры, подвержен процессам естественного биоразложения (гниения) и аккумулирует в себе поллютанты различной природы, в первую очередь тяжелые металлы I и II класса опасности для окружающей среды (Hg, Zn, Pb, Cr, Cu и др.). Содержащимся в ОМО веществам характерны высокие показатели миграционной активности, что обуславливает III-IV класс опасности органоминерального отсева как отхода (потенциального и долгосрочного источника поступления поллютантов в окружающую среду).

Широко применяемые в настоящее время методы обработки ОМО как в нашей стране, так и во всем мире (компостирование и обработка в биотермических барабанах) не способны решить задачу утилизации (использования) отсева, по сути, позволяя лишь снизить уровень его биологической опасности. Кроме того, прошедший подобную обработку отсев, подвергшись частичной естественной или принудительной дегидратации, при дальнейшем размещении на специализированных полигонах хранения является, во-первых, вероятным продуктом горения, а, во-вторых, находится в прямом контакте с птицами, животными и насекомыми, тем самым способствуя распространению поллютантов за границы мест размещения ОМО. В технико-технологическом аспекте ОМО характеризуется достаточно низким коэффициентом уплотнения (2-2,5), существенно усложняющим процесс обращения с отсевом и увеличивающим экономические издержки на единицу данного отхода при производстве технологических операций.

Одним из возможных вариантов решения сложившейся ситуации является использование интеграционной минерально-матричной технологии (ИММ-технологии) геополимеризации органоминеральных техногенных продуктов, основанной на уникальной способности алюминатов и силикатов разрушаться в щелочном интервале среды, с последующим синтезом новой равновесной структуры, позволяя тем самым воспроизводить природные процессы минералообразования в искусственно создаваемых условиях [2]. В процессе физико-химического преобразования ОМО, содержащиеся в нем вещества и элементы выступают в качестве центров образования новой равновесной структуры геополимера, предельно снижая их подвижность в теле созданного материала и минимизируя риски их миграции в окружающую среду. Кроме того, благодаря сопровождающей процесс синтеза геополимера реакции глубокого щелочного гидролиза с высокими показателями водородного числа (рН=9-11), происходит уничтожение патогенной микрофлоры и достигается обеззараживание отсева.

В результате реализации ИММ-технологии создается негорючий, экологически безопасный геополимер с прогнозируемыми (управляемыми) физико-механическими и физико-химическими свойствами, имеющий потенциально широкий спектр использования при решении геотехнических и геоэкологических инженерных задач (для рекультивации нарушенных территорий, в качестве грунтов обратной засыпки при рекультивации карьеров нерудных материалов, планировочных работах, для отсыпки обочин дорог, в садово-парковом хозяйстве, создания пространственных несущих техногенных массивов и конструкций и т.д.) [1].

Список литературы

1. Кнатько М.В., Жабриков С.Ю., Подлипский И.И. Использование ИММ-технологии для снижения негативного техногенного воздействия на литосферу оказываемого деятельность ЖКХ // Инновации и инвестиции. 2015. № 4. С. 224-226
2. Кнатько В.М. Теория синтеза неорганических вяжущих веществ в дисперсных грунтах: учебное пособие. Ленинград. ЛГУ. 1989. 91 с.

**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕОПОЛИМЕРА,
ИЗГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ОТСЕВА ТВЕРДЫХ
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ
ИНТЕГРАЦИОННОЙ МИНЕРАЛЬНО-МАТРИЧНОЙ**

*Жабриков С.Ю. (ПГУПС, Санкт-Петербург);
Кнатко М.В., ст. науч. сотр., к.ф.-м.н. (ФТИ им. Иоффе РАН,
Санкт-Петербург); Подлипский И.И., ст. пр., к.г.-м.н.,
Пастухова В.А. магистр (СПбГУ, Институт наук о Земле,
Санкт-Петербург)*

**SANITARY-HYGIENIC EVALUATION OF GEOPOLYMER
MADE WITH ORGANIC PRIMARY SCREENING OF
MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE IMPLEMENTATION OF
THE INTEGRATION OF MINERAL-MATRIX TECHNOLOGY**

*Zhabrikov S.Yu. (PSUC, Saint-Petersburg), scientific adviser
Knatko M.V., SRF, PhD (PTU by Abram F. Ioffe RAS)
Pastuhova V.A., Podlipski I.I., senior professor, PhD
(SPbSU, Institute of earth Sciences, Saint-Petersburg)*

С целью оценки эффективности применения интеграционной минерально-матричной (ИММ-технологии) для геополимеризации органоминерального отсева (ОМО), включая геоэкологические и конструкционные параметры полученного из него геополимера, был проведен комплекс санитарно-химических и физико-механических лабораторных исследований образцов материала – геополимера грунта укрепленного техногенного (ГУТ), изготовленных с использованием ОМО, полученного на одном из коммунально-производственных предприятий г. Санкт-Петербурга. На базе одного из ведущих операторов по обращению с отходами ТКО в СЗФО, была организована опытная площадка геополимеризации органоминерального отсева с применением ИММ-технологии, давшая возможность произвести апробацию и отладку технологических операций получения геополимера из ОМО и осуществить среднесрочное наблюдение за динамикой изменением параметров устойчивости материала во времени.

Отобранные в процессе эксплуатации опытной площадки образцы геополимера ГУТ были подвергнуты санитарно-гигиени-

ческим лабораторным исследованиям, включающим санитарно-химический (определение подвижных форм тяжелых металлов), санитарно-бактериологический и санитарно-паразитологический анализы (таблица).

Санитарно-гигиенические показатели ОМО и геополимера ГУТ

Определяемые показатели	Ед. изм.	Результаты исследований		
		ОМО	ГУТ1	ГУТ2
<i>Санитарно-химические показатели</i>				
Pb	мг/кг	122	<0,02	127,6
Cu		22,5	0,85	137,5
Zn		1430	<0,004	512,5
Ni		5,12	0,21	22,9
Co		0,37	0,04	0,8
Mn		61,8	<0,01	180,5
Cr _{общ.}		3,16	<0,02	19,8
<i>Санитарно-бактериологические и паразитологические показатели</i>				
Индекс БГКП	КОЕ/г	1000	<0,3	-
Индекс энтерококков		10	0	-
Патогенная кишечная микрофлора	-	не обнаружено	не обнаружено	-
Яйца и личинки гельминтов и цист патогенных простейших		не обнаружено	не обнаружено	-
Личинки и куколки синантропных мух		не обнаружено	не обнаружено	-

Геополимер ГУТ, произведенный с использованием органоминерального отсева ТКО может быть применен для устройства оснований, нижних слоев покрытий автомобильных дорог и аэродромов, а также может использоваться как грунт обратной засыпки при планировочных работах, сооружении откосов и земляных валов, вне зон застройки территории зданиями с постоянной проживающим населением, дошкольных и образовательных учреждений [2]. С учетом конкретных условий эксплуатации сооружений и на основании испытаний, материал может быть использован для устройства гидроизоляционных конструктивных слоев, а также механических геохимических барьеров, например, при рекультивации шламохранилищ, оборудовании и рекультивации полигонов для хранения отходов и т.п.

В процессе своего жизненного цикла, техногенный массив из ГУТ будет подвергаться интенсивному воздействию как физических, так и климатических факторов. С точки зрения возрастания уровня миграции из него загрязнителей в окружающую среду, прежде всего в гидро- и литосферу, наиболее критичными видами негативного влияния будут являться механическое воздействие, вызванное давлением, оказываемым вышележащими слоями конструкций, климатическое воздействие, в первую очередь морозная эрозия, обусловленная сезонными температурными колебаниями окружающей среды, и гидромеханическое воздействие, создаваемое присутствием в зоне размещения ГУТ атмосферных осадков и грунтовых вод. Санитарно-химические показатели подвижных форм тяжелых металлов в исходном отходе ОМО, геополимере ГУТ с незначительным нарушением структуры (ГУТ1) и в случае его полного разрушения (ГУТ2) приведены в таблице.

С целью эффективного противодействия указанным негативным факторам использование геополимера ГУТ должно производиться в строгом соответствии с технологическими требованиями (в первую очередь, укрыв материала), препятствующими возникновению прямого контакта геополимера с атмосферой (ветровая и морозная эрозия).

Применение ИММ-технологии геополимеризации позволяет обеспечить предельное снижение миграционной активности тяжелых металлов, за счет их встраивания в структуру образуемого геополимера полимера, а также обеззараживание используемого органоминерального отхода, за счет сопровождающей процесс синтеза геополимера реакции глубокого щелочного гидролиза. Приведенные результаты позволяют говорить о геоэкологической эффективности и целесообразности промышленного применения ИММ-технологии для переработки ОМО, а так же о высоком потенциале ее дальнейшего развития и внедрения [1].

Список литературы

1. Жабриков С.Ю. Производство грунта укрепленного техногенного как способ снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу // Материалы I Международная научно-практическая интернет-конференция «Геоэкохимия защиты литосферы» - Москва: Издательство «Спутник+», 2015 г. С. 48-50
2. Кнатько М.В., Жабриков С.Ю., Подлипский И.И. Утилизации отходов топливно-энергетического комплекса. // Экология и промышленность России. М.: Изд-во ЗАО «Калвис», №4, 2015, с. 20-23

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ КОНСТРУКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОПОЛИМЕРА, ИЗГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРАЦИОННОЙ МИНЕРАЛЬНО-МАТРИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Жабриков С.Ю. (ПГУПС г. Санкт-Петербург); Кнатько М.В., ст. науч. сотр., к.ф.-м.н. (ФТИ им. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург); Подлипский И.И., ст. пр., к.г.-м.н., Пастухова В.А. магистр (СПбГУ, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург).

GEOECOLOGICAL ASPECT OF THE DESIGN CHARACTERISTICS OF GEOPOLYMER, MADE WITH ANTHROPOGENIC PRODUCTS IN THE IMPLEMENTATION OF THE INTEGRATION OF MINERAL-MATRIX TECHNOLOGY

Zhabrikov S.Yu. (PSUC, Saint-Petersburg), scientific adviser Knatko M.V., SRF, PhD (PTU by Abram F. Ioffe RAS), Pastuhova V.A., Podlipski I.I., senior professor, PhD (SPbSU, Institute of earth Sciences, Saint-Petersburg)

В процессе своего жизненного цикла, геополимер грунт укрепленный техногенный (ГУТ) будет подвергаться интенсивному воздействию как физических, так и климатических факторов. С точки зрения возрастания уровня миграции из него загрязнителей в окружающую среду, прежде всего в гидро- и литосферу, наиболее критичными видами негативного влияния будут являться механическое воздействие, вызванное давлением, оказываемым вышележащими слоями конструкций, климатическое воздействие, в первую очередь морозная эрозия, обусловленная сезонными температурными колебаниями окружающей среды, и гидромеханическое воздействие, создаваемое присутствием в зоне размещения ГУТ атмосферных осадков и грунтовых вод [2].

Для эффективного противодействия указанным негативным факторам, отдельные физико-механические свойства ГУТ должны соответствовать минимально необходимым показателям, а именно: прочность на одноосное сжатие $R_{сж}$ в пределах от 1 до 10 МПа (в зависимости от области применения), показатель морозостой-

кости не ниже F5, коэффициент фильтрации $k_f=10^{-4} - 10^{-5}$ м/сут., пористость $P=3-5\%$. Учитывая, что показатель F и k_f находятся в прямой зависимости от пористости, которая в свою очередь, определяется гранулометрическим составом и степенью уплотнения, а $R_{сж}$ зависит от наличия и характеристик прочности скелетного материала, наиболее оправданным критерием регулирования гранулометрического состава ГУТ, будет являться достижение необходимых и достаточных условий минимизации его пористости [1].

Исходя из этого, в качестве альтернативы применению инертных заполнителей, для получения оптимального гранулометрического и фракционного состава используемого отхода, например, нефтезагрязненного песчаного грунта (НГ), с преобладанием частиц размером от 0,1 до 0,5 мм и уже содержащего в своем составе достаточно прочную скелетную фракцию (частицы минералов), для коррекции его гранулометрического состава, целесообразным будет являться добавление глинистых или суглинистых грунтов (ГС), характеризующихся преимущественно размером частиц от 0,1 до 0,01 мм (табл.).

Гранулометрический состав используемых отходов и полученной смеси

Наименование материалов	Содержание и размер (мм) частиц, %						
	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002	<0,002
НГ*	1,1	35,2	49,1	0,5	6,1	4	3,2
ГС**	0,7	1	7,2	7,2	49,8	4,9	28,5
ОСВ***	1,5	4,8	10,1	24,3	35,7	4,4	14,8
Смесь НГ+ГС	0,9	18,1	28,2	3,9	28	4,5	15,9
Смесь ОСВ+НГ	1,3	20	29,6	12,4	20,9	4,2	9

* - нефтезагрязненный песчаный грунт;

** - суглинистые грунты;

*** - осадки бытовых сточных вод.

В то же время, в случае использования для производства ГУТ, например, осадка сточных вод (ОСВ), с преобладанием частиц с размером от 0,1 до 0,01 мм и характеризующимся отсутствием в своем составе прочных скелетных фракций, для коррекции его гранулометрического и фракционного состава, целесообразным будет являться внесение песчаных грунтов. Распределение

гранулометрического состава исходных компонентов и полученной смеси приведены в таблице.

Применение ИММ-технологии позволяет регулировать основные физико-механические характеристики получаемого геополимера, тем самым обеспечивая предельное снижение миграции загрязнителей, содержащихся в используемом техногенном продукте, в окружающую среду.

Список литературы

1. Жабриков С.Ю. Строительный материал как результат переработки отходов бурения по ИММ-технологии. //Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции 31 августа 2014 г. «Теоретические и прикладные аспекты современной науки»: в 2 частях. Часть II/ Под общ. ред. М.Г. Петровой. – Белгород : ИП Петрова М.Г., 2014. – С. 190-199.

2. Пастухова В.А., Подлипский И.И., Жабриков С.Ю. Оценка устойчивости литифицированных по ИММ-технологии образцов грунта укрепленного техногенного. / Материалы XVIII Сергеевских чтений «Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи». М., 2016, (в печати)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ НЕГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ В ИСТОРИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Зайдуллина Л.М. (СПГУ, Горный университет, Санкт-Петербург), lili_z555@mail.ru, научн. рук. Дашко Р.Э., проф., д.г.-м.н. (СПГУ, Горный университет, Санкт-Петербург)

ECOLOGICAL ANALYSIS OF DESTRUCTION CAUSES OF SHALLOW SEWERAGE SYSTEMS IN THE HISTORIC CENTER OF SAINT-PETERSBURG

Zaydullina L.M. (SPMU, Mining University, Saint-Petersburg), lili_z555@mail.ru, scientific adviser Dashko R.E., Prof., Dr. in geol. of min. sc. (SPMU, Mining University, Saint-Petersburg)

Обеспечение безопасности функционирования и длительной устойчивости систем водоотведения неглубокого заложения

имеет высокую степень значимости, поскольку преждевременный износ и разрушение трубопроводов сопровождается постоянными утечками канализационных стоков, содержащих 52% органических соединений (белки, липиды, углеводы и др.) и 48% неорганических (соли натрия, кальция, магния, соединения серы, азота, фосфора и др.). Кроме того, в 1 л канализационных стоков содержится 10^{10} - 10^{11} клеток микроорганизмов, из них менее 10% относятся к патогенным формам, деятельность остальных необходимо оценивать как позитивную - самоочищение и саморегуляция подземной среды и негативную с позиции влияния роста клеток микроорганизмов и продуктов их метаболизма в поровом пространстве грунтов, формирования биопленок на дисперсных частицах, биохимической газогенерации в водонасыщенных грунтах и др. Все перечисленные процессы приводят к снижению прочности и деформационной способности, а также изменению напряженно-деформированного состояния грунтов.

Утечки из канализационных систем опасны не только приносом дополнительной микробиоты в подземную среду, но и поступлением питательных и энергетических субстратов для аборигенных микроорганизмов. Причем последние, в основном, связаны с существованием болот и заболоченной территории в историческом центре города, а также старинных свалок 18-19 вв., которые являются элементом культурного слоя в верхней части разреза грунтов.

Содержание органических соединений природного и техногенного генезиса в слабых водонасыщенных разностях способствует развитию длительных и неравномерных деформаций канализационных труб, относительная величина которых превышает 0,003-0,004, что приводит к образованию микротрещин и последующему разрушению трубопроводов.

Формирование анаэробных условий за счет наличия природной и поступления техногенной органики создает условия для электрохимических процессов, связанных с восстановлением железа Fe^0 до Fe^{2+} и постепенным снижением толщины стенок металлических трубопроводов. Микроорганизмы ускоряют коррозию труб, вызывая их питтинговое разрушение.

Образование биохимических газов как H_2S и H_2 также способствуют ускорению разрушения металлических конструкций в подземной среде. Для бетонных и железобетонных труб весьма опасна деятельность микроорганизмов, таких как силикатные (выщелачивание цементного минерала - силиката кальция), тио-

новых – образование серной кислоты, способствующей протеканию сульфатной агрессии бетонов. Образование диоксида углерода в подземной среде следует связывать с дыханием микроорганизмов, а также с развитием углекислотной агрессии в бетонах.

Особую роль в разрушении трубопроводов играет воздействие гидродинамического фактора, который проявляется во влиянии варьирования уровня водоносного горизонта на напряженно-деформированное состояние вмещающей толщи: взвешивающий эффект при подъеме уровня воды, и рост сжимающих напряжений – при его снижении, что предопределяет знакопеременные деформации трубопроводов, приводящие к развитию “усталости” материалов сетей трубопроводов, и их преждевременному разрушению.

Среди факторов, определяющих устойчивость трубопроводов неглубокого заложения, важное значение имеет также воздействие динамических нагрузок, которые приводят к переходу слабых водонасыщенных песчано-глинистых грунтов в состояние пльвунов.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВИБРАЦИОННОГО ПОЛЯ ВАСИЛЬЕВСКОГО ОСТРОВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*Изотова В.А. (ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург)
научный руководитель Панкратова К.В., ассистент к.г.-м.н
(ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург)*

Вибрационное воздействие представляет собой сообщение среде энергии вынужденных механических колебаний от источников с последующей передачей ее на инженерные объекты.

Основной вклад в постоянно существующее и меняющееся в течение суток «вибрационное поле» на территории Васильевского острова Санкт-Петербурга вносит движущийся наземный и подземный транспорт: автомобили, железнодорожные составы, трамваи, метрополитен, строительные и промышленные машины [2].

Для Санкт-Петербурга (Васильевского острова в частности), рассматривая систему взаимодействия «источник вибрационного

воздействия – грунтовый массив – объект воздействия», необходимо учитывать следующие моменты: 1) интенсивная застройка территории города, которая привела к снижению эффективности естественных стоков воды, что вызвало повышение уровня грунтовых вод; 2) реконструкция, повышающая вибрационное воздействие за счет нарушения целостности капитальных стен, а также вследствие дополнительного технического оснащения, не учтенного ранее на стадии проектирования зданий; 3) износ рельсов и дорожных покрытий также производят дополнительную нагрузку [1,3].

Совместное действие на фундамент статистических и динамических нагрузок приводит к изменению состояния грунта основания.

При этом различаются три фазы:

1) уплотнения, приводящее к нарушению структуры непрочных тиксотропных грунтов. Следствием этого является увеличение осадки зданий на 3-8 мм;

2) образования начальных сдвигов, в результате которых появляются области пластических деформаций;

3) разрушения [2].

В водонасыщенных дисперсных грунтах, слагающие разрез Васильевского острова могут развиваться специфические явления, выражающиеся в потере прочности грунта – разжижение.

Для оценки вибрационного воздействия использовался способ поквдратной оценки территорий. Для этого территория Васильевского острова разбивается на квадраты (250*250 м) и в пределах каждого из них определяются параметры, характеризующие рассматриваемое воздействие.

В качестве основных оценочных характеристик вибрационного воздействия автотранспорта выбраны интенсивности транспортного потока на них и уровня вибрации, создаваемой движущимися транспортными средствами.

Конечная оценка выполнена с учетом суммирования вибрационного воздействия от различных источников для каждого квадрата. Участки, где отсутствует влияние выделенных факторов, рассматриваются как без вибрационного воздействия. Для зон, где отмечено воздействие одного фактора – низкий уровень воздействия; два – средний уровень; три – высокий.

При низком уровне вибрации негативных последствий вибрационного воздействия на геологическую среду не наблюдается.

При среднем уровне воздействия предполагается, что геологическая среда может претерпевать изменения, не выходящие за рамки допустимых изменений. В этом случае мероприятия инженерной подготовки территории должны учитывать вибрационное воздействие. Воздействие высокого уровня отвечает такому воздействию, которое может вызывать изменения геологической среды, выходящие за рамки предельно допустимых. В такой ситуации поддержание нормального состояния геологической среды, испытывающей вибрационное воздействие, требует осуществления специальных мероприятий применительно к конкретным создавшимся условиям [4].

Список литературы:

1. Вознесенский Е.А. Динамическая неустойчивость грунтов – М.: Издательство «Эдиториал», 1999 – 264 с.
2. Жигалин А.Д., Локшин Г.П. Формирование вибрационного поля в геологической среде // Инженерная геология - № 6, 1991 – с. 110-120.
3. Осипов В.И. Природа прочности и деформационных свойств глинистых грунтов – М.: Изд-во МГУ, 197 – 232 с.
4. Локшин Г.П., Чеснокова И.В. Транспортные магистрали и геологическая среда (оценка техногенного воздействия) - М.: Наука, 1992 - 112 с.

FEATURES OF THE FORMATION OF THE VIBRATION FIELD OF VASILIEVSKY ISLAND SAINT-PETERSBURG

Izotova V.A. (National mineral resources university (University of mines)), Pankratova K.V., phDr, g.-m. Sci., Assistant (National mineral resources university (University of mines))

The vibrating effect is the communication energy forced mechanical vibrations from sources with subsequent transfer of its engineering facilities.

The main contribution to the existing and constantly changing during the day "vibrational field" on the territory of Vasilievsky island in St. Petersburg makes moving surface and underground transport: cars, trains, trams, metro, construction and industrial machines.

For St. Petersburg (Vasilievsky island in particular), considering the system of interaction "source of vibration exposure – soil mass –

the object of influence", you need to consider the following points: 1) intensive development of the city, which resulted in a decrease in the efficiency of natural water, which caused the increase of groundwater level; 2) reconstruction, which increases vibration impacts due to violations of the integrity of the main walls as well as additional technical equipment, not previously considered at the design stage of buildings; 3) the defect of rails and road surfaces also produce additional load.

Joint action on the foundation of statistical and dynamic loads leads to a change in state of the foundation soil. The system distinguishes between three phases:

- 1) seals, leading to disruption of the fragile structure of thixotropic soils. The result is increased precipitation on buildings 3-8 mm;
- 2) emergence of initial displacement. The result is emergence of the plastic range;
- 3) destruction [2].

In water-saturated disperse soils composing the section of Vasilievsky island can develop specific phenomenon, manifested in a loss of strength of soil – liquefaction.

For evaluation of vibration effects were used the square method of assessment areas. For this purpose the territory of Vasilievsky island divided into squares (250 x 250 m) and within each of them are determined by the parameters characterizing the impact.

As the main assessment characteristics of vibration exposure of vehicle selected the intensity from them and the level of vibration generated by moving vehicles.

The final evaluation was made taking into account the summation of the vibration exposure from different sources for each square. Areas where there is no influence of the chosen factors are considered without vibration exposure. For zones where the effect of one factor is low level of exposure; two – medium level and three high.

Low vibration negative effects of vibration exposure on the geological environment is not observed. With the average level of exposure it is assumed that the geological environment may undergo changes, not beyond the scope of permissible changes. In this case, the activities of the engineering preparation of the territory should take into account vibration impact. Exposure to high levels is responsible for such effects, which can induce changes of the geological environment, beyond the maximum allowable. In such a situation, the maintenance of normal geological environment, which is experiencing vibration im-

pacts requires implementation of special events for specific existing conditions [4].

References

1. Voznesensky, E. A., Dynamic instability of soils – M., 1999 264 p.
2. Jigalin, A. D., Lokshin G. P. Formation of the vibration field in the geological environment // Engineering Geology, No. 6, 1991, 110-120 p.
3. Osipov V. I. Nature of strength and deformation properties of clayey soils – M., 1979 – 232 p.
4. Lokshin G. P., Chesnokova I. V. Transport routes and geological environment (assessment of anthropogenic impact) - M.: Nauka, 1992 – 112 p.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВ ВЫБОРГСКОГО РАЙОНА (Г. САНКТ- ПЕТЕРБУРГ) ОРГАНИЧЕСКИМИ ПОЛЛЮТАНТАМИ, ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И МЕТАЛЛОИДАМИ

*Д.С. Ионкина (СПбГУ, Санкт-Петербург),
научн. рук. Подлипский И.И., ст.преп., к.г.м.н. (СПбГУ,
г. Санкт-Петербург)*

ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION VYBORG DISTRICT (SAINT-PETERSBURG) ORGANIC POLLUTANTS, HEAVY METALS AND METALLOIDS

*Ionkina D.S. (SPbSU, Saint-Petersburg),
scientific adviser Podlipsky I.I., senior lecturer, Ph.D. doctoral
candidate (SPbSU, Saint-Petersburg)*

Изучение состояния окружающей среды и прогнозирование ее изменений под антропогенным воздействием, на сегодняшний день, является одной из важнейших задач. Особенно, если речь идет о крупных городах с многомиллионным населением, где естественная миграция загрязняющих веществ весьма осложнена. Наиболее явно степень загрязнения можно оценить по почво-грунтам, так как данный природный ресурс принимает основную долю техногенной нагрузки.

Эколого-геохимические исследования проводились в Выборгском районе г. Санкт-Петербурга, объектом исследования

стали грунты территории жилого микрорайона, ограниченный пр. Энгельса, пр. Культуры, пр. Суздальским и пр. Луначарского, и имеющий площадь около 700 га. На территории полигона осуществлялось бурение 39 скважин до 2 м. глубиной, с послойным пробоотбором (0,0-0,2, 0,2-1,0 и 1,0-2,0 м), что позволило оценить, как изменяется степень загрязнения почво-грунтов с глубиной. По результатам проведенного атомно-абсорбционного анализа были получены валовые содержания тяжелых металлов и металлоидов (Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, As и Hg), а также был рассчитан суммарный показатель загрязнения (Zc) и индекс геоаккумуляции (I_{geo}).

При исследовании почво-грунтов было установлено, что две точки пробоотбора относятся к категории загрязнения «опасная», так как кратность превышения содержания цинка составляет 1,3 раза (277,4 и 289,4 мг/кг при нормативе 220 мг/кг). Относительно фоновых концентраций кратность превышения содержания элементов в большинстве случаев меньше 2,0; однако содержание цинка и ртути заметно выделяется из общей массы - в одной точке отбора проб коэффициент концентрации Zn составляет 5,0. К ртути - 6,9. Что касается суммарного показателя загрязнения, его значения так же невелики – максимальное значение составляет 12,8 условных единиц, что говорит о допустимом уровне загрязнения.

Помимо этого, был рассчитан индекс геоаккумуляции (I_{geo}) тяжелых металлов и металлоидов, рассчитанный по формуле [2]:

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{1,5 \cdot B_n}$$

где C_n - измеренная концентрация элемента в пробе, B_n – фоновые значения элемента, 1,5 – индекс, увеличивающий контрастность результатов.

В результате, индекс геоаккумуляции варьируется от 0 до 1 у таких элементов как свинец, кадмий и медь (категория «незагрязненные до умеренно загрязненных»). В 38 точках пробоотбора индекс геоаккумуляции ртути варьируется от 1 до 2 (категория «умеренно-загрязненные»), в 35 точках I_{geo} цинка изменяется так же, как и в случае с ртутью, и в одной достигает значения 2,16, относя данную точку к категории «умеренно сильно загрязненные»[2]. В восьми точках I_{geo} марганца имеет значения от 4 до 5 единиц (категория «тяжело сильно загрязненные»).

В целом, значения суммарного показателя (Zc) менее 16 (max 12,8 условных единиц), что относит исследуемую территорию к категории загрязнения «допустимая»[1]. Значения кон-

центрации элементов в некоторых точках превышают ПДК, тем не менее относятся к уровню загрязнения «низкий» [3]. Пробы из двенадцати скважин относятся к категории «опасная», еще девять – к категории «умеренно опасная», поэтому необходимо проведение мероприятий по устранению этих загрязнений.

Литература

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.7.1287-03 "Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы".
2. Подлипский И.И. Эколого-геологическая оценка парагенетических геохимических ассоциаций функциональных зон Санкт-Петербурга. // Инженерные изыскания. М., № 12, 2013, с. 46-52
3. РОСКОМЗЕМ письмо от 27.03.95 N 3-15/582

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЫ ПРИШКОЛЬНОГО УЧАСТКА МЕТОДОМ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ

Ишкова П.С. , Мосалева Е.С. (МБОУ «СОШ №1 г. Тосно),
научн. рук. Изосимова О.С., доц., канд. биол. наук
(СПбГУ, Санкт-Петербург)

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE STATE OF THE SOIL BY PHYTOREMEDIATION SCHOOL GROUNDS

*Ishkova P.S, Mosaleva E.S (MBOU "School №1 Tosno)
Scientific adviser Izosimova O.S. (SPSU, Saint-Petersburg)*

В наши дни, в связи со значительным увеличением количества личного автотранспорта населения, возрастает проблема загрязнения территорий вблизи дорог. Загрязнению подвержены водные объекты, почва, воздух. Как следствие, бедственное положение испытывают биологические сообщества, которые не могут поменять среду обитания. Ухудшается здоровье населения. Наша работа посвящена определению загрязнения пришкольного участка, а именно определению в почве тяжелых металлов. И описанию методов реабилитации загрязненной территории. В ходе работы был проведен опыт по фиторемедиации. Этот метод зарекомендовал себя как эффективный, простой и достаточно дешевый способы исследования и реабилитации среды. Он не

требуют привлечения исполнителей высокого класса, постоянного надзора и ежедневного ухода за тест-организмами.

Целью представленной работы является оценка качества почвы пришкольного участка и проведения эксперимента по фиторемедиации.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучение материалов, литературы по фиторемедиации.

2. Постановка вегетационного опыта с декоративными растениями бархатцев.

3. Оценка загрязнения почвы на пришкольном участке.

В рамках нашей работы был поставлен вегетационный опыт с декоративными растениями на почвах пришкольного участка. Для проведения эксперимента по фиторемедиации необходимо однолетнее растение, неприхотливое, быстро растущее. Оно должно подходить для выращивания на клумбах города, а значит быть достаточно красивым и легким в выращивании. Важно, чтоб растение могло легко переносить климатические условия Ленинградской области. Учитывая эти условия, нами были выбраны цветы бархатцев. Растения, выращенные на почве пришкольного участка, анализировались на содержание Cu, Pb, Zn. Данные виды металлов были выбраны в связи с их классом опасности. А так же на основе эксперимента, проведенного Куриленко В.В. и Осмоловская Н.Г.

Анализ проб почвы и растительности проводился на атомно-абсорбционном рентгеновском аппарате «AP-104».

Нами была отобрана почва с трех точек (на клумбе, на участке и вблизи дороги), почва анализировалась на содержание тяжелых металлов до высадки растений. Во всех полученных пробах выявлено превышение ПДК. Далее анализировали бархатцы. Полученные данные подтверждают ранее известные факты об интенсивном накоплении листьями бархатцев Cu, Zn. Напротив, накопление Pb в листьях растений идет не так интенсивно. Следующей задачей было сравнить анализы почвы до высадки растений и после сбора бархатцев. Данные, полученные в результате показали, что растения накапливают тяжелые металлы в определенных количествах, «вытягивая» их из загрязненных почв, тем самым очищая её.

Из проведенного эксперимента мы видим, что бархатцы могут активно применяться при очистке почв, загрязненных Cu и Zn. Высадка или подсадка этих растений на территории Тосненского района поможет в рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами. Метод фиторемедиации является экономически вы-

годным в связи с тем, что его можно применять совместно с программами озеленения и благоустройства. Данные вегетационного опыта подтверждают ранее известные факты об интенсивном накоплении листьями бархатцев Cu, Pb, Zn. и показывают возможность использовать данные растения в качестве очистителей почв от тяжелых металлов.

Список литературы

1. Куриленко В.В., Осмоловская Н.Г. Перспективность использования декоративных растений в биоиндикации и фиторемедиации загрязненных урбогеосистем./ СПбГУ, Санкт-Петербург.

2. РикельмеДиас Хорхе Хосуэ Физиологические особенности действия тяжелых металлов на растения /М.:1999, автореферат.- 19с

МОРФОЛИТОДИНАМИКА ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

Карташев А.О., (ФГБУ "ВНИИОкеангеология" Санкт-Петербург), sendingletters@mail.ru

Науч. Рук. Холмянский М.А., главный научный сотрудник, д.г.-м.н., (ФГБУ "ВНИИОкеангеология", Санкт-Петербург)

MORPHOLYTODYNAMICS OF PETER THE GREAT BAY OF JAPANESE SEA

*Kartashov A.O., (FGBU "VNIIOkeangeologia" St.Petersburg);
Scientific adviser Kholmyanskiy M.A., chief research worker, Dr.
of Sc. (FGBU "VNIIOkeangeologia" St.Petersburg)*

Залив Петра Великого является самым крупным заливом Японского моря. Он расположился между устьем реки Туманная на западе и мысом Поворотный на востоке. Это наиболее широкая часть залива, ее длина по прямой линии, проходящей субпараллельно бровке шельфа, составляет порядка 200 километров. Береговая линия протянулась примерно на 1200 километров. Она характеризуется сильной изрезанностью берега многочисленными заливами и бухтами. Самыми крупными заливами второго порядка являются Амурский, Уссурийский, Посыета, Восток и Находка. В акватории залива располагаются многочисленные острова, крупнейшие из них это острова Попова, Рейнеке, Рикорда, Аскольд, Путятин, архипелаг Римского-Корсакова, а самым крупным и известным является остров Русский.

На побережье залива Петра Великого, расположены крупные города Владивосток и Находка, в районе которых ведется активная хозяйственная деятельность, что оказывает существенное влияние как на экологическую, так и геоморфологическую обстановку. Активизация хозяйственной деятельности в последние годы, в связи с развитием региона, влечет увеличение комплексного антропогенного воздействия на всю акваторию залива. С недавних пор введен в эксплуатацию крупнейший российский порт на Тихом океане – Восточный, в заливе Находка. Планируется строительство завода по сжижению природного газа в бухте Нарва. Однако техногенное воздействие разной степени интенсивности испытывает практически все побережье, ввиду повсеместного наличия более мелких населенных пунктов и обустроенных зон отдыха населения, что включает в себя строительство коттеджей, пирсов, пристаней и искусственное укрепление берега. Очевидно, что наибольшие нагрузки испытывает береговая зона, причем нагрузки не только техногенного характера, но и естественные, обусловленные высокой степенью проявления экзогенной (поверхностной) эндогенной (глубинной) геодинамики, приводящей к постоянной трансформации геологических, геоморфологических и экологических характеристик залива Петра Великого. Очевидно, что береговая зона является важнейшим элементом перехода от суши к морю и происходящие в ней изменения оказывают непосредственное влияние на характеристику всей прибрежно-шельфовой зоны.

Регламентные мониторинговые исследования в 2012-2015 гг. включали в себя изучение донных отложений и опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов, оценку динамики и типизацию береговой зоны. Изучение береговой зоны проводилось на 15 ключевых участках и включало в себя: лазерное сканирование пляжей, эхолотирование подводного берегового склона (ПБС) с ГЛБО и сравнение результатов с данными полученными в предыдущие годы. Для оценки динамики берегов, был использован ретроспективный геологический анализ, представляющий собой сравнение данных морских карт издания 1938 и 2011 годов, а так же сравнение современного положения долговременных огневых точек (ДОТ) - секторов Береговой обороны Главной военно-морской базы Тихоокеанского Флота «Владивосток» относительно береговой линии, с архивными данными, характеризующими их положение в 1941г.

Источниками исторических материалов явились: Российский военный архив Военно-Морского флота (РГАВМФ, СПб) и

Центральный Государственный архив Военно-Морского флота (ЦГАВМФ МО РФ, г. Гатчина). Современное положение 45-ти ДОТов было определено в ходе полевых работ 2013 г.

На основе данных полученных в результате полевых работ, были построены различные карты, в том числе литологическая карта, геоморфологическая карта, карта донных отложений, карта проявления опасных экзогенных геологических процессов, карта типизации береговой зоны. По результатам береговых работ построены профили и трехмерные модели ПБС, произведен сравнительный анализ в с данными предыдущих лет и выявлены зоны размыва, транзита и аккумуляции осадочного материала, а так же морфологические особенности поверхности дна в пределах изученных участков.

Все эти данные позволяют сформировать представление о состоянии и происходящих процессах в Заливе Петра Великого и его береговой зоне, получить основу для осуществления дальнейшего мониторинга, очевидно необходимого, ввиду ускоренного развития региона.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗРАБОТКИ МИХАЙЛОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА

*Квитко А.А. (ВГУ, Воронеж),
научн. рук. Бочаров В. Л., проф., д.г.м.н. (ВГУ, Воронеж)*

THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF DEVELOPMENT OF THE MIKHAILOVSKY IRON ORE DEPOSIT OF KMA

*Kvitko A. A. (VSU, Voronezh),
scientific adviser Bocharov V. L., Prof., Dr. of Sc., (VSU,
Voronezh)*

Разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается резким снижением уровня подземных вод, выемкой и перемещением огромных масс руды и вмещающих горных пород, образованием открытых карьеров, котлованов, стволов шахт, оседанием земной коры, дамб, плотин и других искусственных

форм рельефа. Только на территории КМА площадь снижения уровня подземных вод достигает десятков тысяч км².

Из-за различий интенсивности использования водных ресурсов и техногенного воздействия на все компоненты природной среды на территории КМА естественный режим подземных вод значительно нарушен за счет понижения уровней водоносных горизонтов при осушении карьеров по добыче железных руд. В результате водоотлива из водоносных горизонтов юры, девона и докембрия сформировалась депрессионная воронка в районе города Курска, которая на северо-западе взаимодействует с депрессионной воронкой Михайловского железорудного района, на юго-востоке – с аналогичной депрессионной структурой, связанной с Лебединским рудником. Радиус обширной депрессионной воронки превышает 100 км.

В Михайловском горнопромышленном районе определены два водоносных комплекса: надкелловейский и подкелловейский. Подкелловейский водоносный комплекс включает в себя следующие водоносные горизонты: батский (юра), девонский и руднокристаллический, осушение которых происходит посредством подземного дренажного комплекса. Сначала осушения с середины 60-х годов XX века уровни в батском водоносном горизонте понизились на 43,80-85,14 м; по девонскому горизонту – на 52,74-104,64 м; по руднокристаллическому горизонту – на 96,63-111,26 м. Снижение продолжается и в настоящее время (таблица).

Надкелловейский водоносный комплекс включает альб-сеноманский и апт-неокомовый водоносные горизонты, уровенный режим которых не зависит от системы осушения карьера.

Воды среднедевонского водоносного горизонта имеют хлоридно-гидрокарбонатный анионный состав с преимущественно натриево-кальциевым катионным составом. Воды слабо щелочные (рН = 7,35-7,80), мягкие до жестких (2,9-6,0 ммоль/дм³). Воды батского водоносного горизонта по химическому составу относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-хлоридно-магниевому типу, реже – кальциево-натриевому. Воды пресные, от нейтральных до слабо щелочных (рН = 7,4-8,4), от умеренно жестких до жестких (4,8-6,0 ммоль/дм³).

В надкелловейском водоносном комплексе отмечены изменения химизма в районах, где имеются крупные загрязняющие объекты: карьер, хвостохранилище, шламохранилище.

Воды альб-сеноманского водоносного горизонта карбонатно-кальциево-магниевого, иногда кальциево-натриевого. Основными загрязняющими веществами являются: железо, азотные соединения, взвешенные вещества, нефтепродукты.

Влияние водоотбора на водоносные горизонты

Год	Альб-сеноманский водоносный горизонт		Батский водоносный горизонт		Девонский водоносный горизонт	
	откачено воды, тыс.м ³	снижение уровня, м	откачено воды, тыс.м ³	снижение уровня, м	откачено воды, тыс.м ³	снижение уровня, м
2012	991,6	20	22473	0,72-5,06	2452,8	4,18-9,86
2013	987,6	0,91	25000	0,44-1,35	2398,5	0,68-1,71
2014	1037,97	0,12-0,19	25298	0,50-0,86	2518,5	2,43-5,80

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ КУОРТА “СТАРАЯ РУССА” НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

*Кириченко Я.А. (СПбГУ, Санкт-Петербург)
науч. рук. Куриленко В.В., доктор геол.-мин. наук (СПбГУ, Санкт-Петербург)*

THE CHARACTERISTIC OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF A SPA-RESORT CALLED “STARAYA RUSSA” ON ADJACENT NATURAL AREAS

*Kirichenko Y.A. (SPSU, Saint-Petersburg)
scientific adviser Kurilenko V.V., Dr. of Sc. (SPSU, Saint-Petersburg)*

Бальнеологический курорт “Старая русса”, ведущий свою деятельность с 1828 года, расположен в одноименном городе Новгородской области. Деятельность здравницы основана на использовании в лечебных целях высокоминерализованных вод, выведенных на поверхность посредством искусственно пробуренных скважин. Воды имеют хлоридный натриевый состав, минера-

лизация достигает 20 г/л. Сток отходов производства осуществляется в реку Полисть на территории города Старая Русса.

Целью данной работы является характеристика состояния компонентов природной среды в пределах курортной территории г. Старая Русса. Были отобраны образцы вод и донных отложений р. Полисть, в которую осуществляется сток технологических отходов курорта, пробы почв и грунтов, а также растительного покрова территории курортной зоны.

По результатам химического анализа вод р. Полисть отмечено значительное изменение их химического состава после впадения сточного ручья, в частности обильное насыщение вод хлоридами. Однако превышений их содержания относительно ПДК не зафиксировано. Химический анализ водных вытяжек донных отложений реки также выявил наиболее высокое содержание хлоридов в образцах, отобранных ниже стока отходов курорта относительно течения реки.

Отбор проб почв и грунтов курортной территории проводился в соответствии с методом “конверта”. Химический анализ данных образцов выявил содержание хлоридов, характерное для категории “слабозасоленных” почв. Для определения концентраций тяжелых металлов проведен рентгенофлуоресцентный анализ данных проб, а также образцов растительного покрова, взятых в аналогичных местах пробоотбора. В результате данного исследования была выявлена четкая взаимосвязь содержания поллютантов в образцах почвенных проб и соответствующих им экземплярах растительности. Это обусловлено биологической поглощаемостью тяжелых металлов и переходом их из почв в растительный покров. Изучение миграционной способности тяжелых металлов в системе почва - растение может представлять и практический интерес, определяя возможность применения методов фиторемедиации для восстановления загрязненных территорий. Содержание тяжелых металлов в некоторых образцах почв и грунтов превышает предельно допустимые концентрации, что может быть связано с временными локальными очагами загрязнения, обусловленными строительством и хозяйственной деятельностью человека вблизи мест отбора проб. В связи с этим рекомендуется обращать особое внимание на восстановление загрязненных земель, так как повышенные содержания поллютантов на территории уникального природного участка могут представлять высокую степень риска.

Из результатов проведенных исследований можно заключить, что деятельность курорта действительно сказывается на состоянии прилегающих территорий. Установлено накопление хлоридов в водах и донных отложениях р. Полисть, выявлена слабая засоленность почв и грунтов в пределах изучаемой курортной зоны. Рекомендуется обратить внимание на восстановление загрязненных тяжелыми металлами участков территории курорта, для чего могут быть успешно применены методы фиторемедиации.

ПРОБЛЕМЫ МОНОГОРОДОВ КАК РЕЗУЛЬТАТ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПРОКОПЬЕВСКА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Киселева А.Е. (ТПУ, г.Томск), научн.рук. доцент Н.В. Кончакова (ТПУ, г.Томск)

PROBLEMS OF MONOTOWNS AS A RESULT RESOURCES MANAGEMENT BY THE EXAMPLE OF KEMEROVO REGION PROKOPYEVSK

Kiseleva A.E. (TPU, Tomsk), scientific adviser, assistant professor, Konchakova N.V. (TPU, Tomsk)

Кузбасс – это регион, где все города, кроме Кемерово, являются монопрофильными, их развитие зависит от одной отрасли: угольной, металлургии, машиностроения или железной дороги. Сегодня в таких городах проживает 70 % кузбассовцев. В последнее годы в таких городах сложилась крайне сложная экономическая ситуация на муниципальных уровнях, напряженная ситуация на рынке труда, в связи с тем что рынок труда тесно связан с той ситуацией которая складывается на градообразующем предприятии.

На сегодняшний день действующих шахт на территории города Прокопьевска уже не существуют, работы производятся поверхностно на угольных разрезах. Отмечается явное депрессивное состояние экономики города и кризисные явления в социальной сфере, что обусловлено сокращением бюджета и рабочих мест. В связи с тем, что на территории моногорода дополнительных предприятий не существует, происходит очевидный регресс

всех сфер жизни Прокопьевска. Город непривлекателен в качестве места проживания людей и их профессиональной деятельности. Наиболее вероятным прогнозом в данной ситуации может стать «банкротство» города [1, 2].

Проблемы моногородов тесно связаны со сферой землеустройства. Прогнозируемое прекращение функционирования градообразующего предприятия может стать главной причиной следующих негативных процессов: снижения цен на земельные участки; снижение цен на жилую площадь; замораживания градостроительства в целом; неэффективного использования земельных ресурсов.

В настоящее время недостаточно исследованы методологические и методические аспекты управления инновационной средой моногорода в сфере землеустройства и горнодобывающей промышленности, которые должны сопутствовать друг другу. Также не установлены и не регламентированы взаимоотношения предприятий и органов муниципальной власти, а точнее принадлежность градообразующего предприятия местным органам самоуправления данной области.

В ходе реализации программ и стратегий инновационного развития моногородов в недостаточной степени проработан организационный механизм управления инновационной средой моногорода и не сформирован инструментарий его реализации. Все это определяет актуальность создания инновационного механизма использования отработанных месторождений, создание патентной технологии, которая в дальнейшем будет применена как на территории России, так и зарубежья, во избежание закрытия аналогичных моногородов и переселения населения. На данный момент Правительство Российской Федерации принимает исключительное решение в подобных ситуациях о закрытии моногородов и переселении населения.

В ходе анализа данной ситуации в горнодобывающей структуре и землеустроительной деятельности предлагается альтернативная модель управления предприятиями с помощью инновации, основанной на синергическом взаимодействии элементов угольной промышленности с иной промышленностью, а точнее использование земельных участков под отработанными недрами, при этом улучшая ее геоэкологический и почвенный состав.

Литература

9. Белова С. О моногородах. Хорошо забытое новое // <http://www.bigmoney.ru/articles/st6.html>.

10. Социально-экономическое развитие малых и средних городов в среднесрочный период. Проект // Малые города. Деловой вестник местного самоуправления. – 1999. – №3-4. – С.5-9.

ЗНАЧИМОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ И ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

Коваль Е.В. (НИ ТПУ, Томск), lena_kowal@mail.ru, научн. рук. Барановская Н.В., проф., д.б.н. (НИ ТПУ, Томск)

THE IMPORTANCE OF RESEARCH INTO RARE EARTH ELEMENTS IN NATURAL ENVIRONMENT AND LIVING ORGANISMS

Koval E.V. (National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk), scientific adviser Baranovskaya N. V. Prof., D. of Biology (National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk)

Для оценки состояния территории в результате различных видов воздействий встает вопрос об изучении химического состава не только природных сред, но и живых организмов, например биосубстратов человека (кровь, волосы человека) так как они являются биоиндикаторами, чутко реагирующими на изменение микроэлементного состава окружающей среды.

Редкоземельные элементы в настоящее время все более широко применяются: они используются в аэрокосмической технике, средствах связи, компьютеризации, а, следовательно, редкоземельные элементы активно добываются. Уникальные свойства редкоземельных элементов, обеспечивших их широкое применение в тех или иных областях, могут играть специфическую роль в биогеохимических процессах в биосфере. Это определяет активность их изучения в живых организмах и средах их обитания.

К источникам поступления редкоземельных элементов в окружающую среду кроме предприятий ядерно-топливного цикла и топливно-энергетического комплекса относятся: добыча угля, а

так же угольная пыль и зола уноса, образовавшиеся при переработке угля [1]. Кроме того, поступление данных элементов может быть обусловлено влиянием природных источников поступления [4].

В последнее время все чаще редкоземельные элементы используются в качестве индикаторов геохимической ситуации в окружающей среде, а также их используют при эколого-геохимическом районировании территории [3]. Взаимоотношения редкоземельных элементов используются при изучении геологических образований. По характеру соотношений наблюдают отличия этих образований, выявляются определенные закономерности распределения редкоземельных элементов [2].

В результате проведенных исследований было выявлено различие в распределении районов с различной геохимической обстановкой на основе различных соотношений редкоземельных элементов. При рассмотрении содержания редкоземельных элементов на территории Томской области было установлено, что основная масса районов распадается по значению легких редкоземельных элементов к тяжелым на три группы: техногенно-нагруженные районы, районы нефте- и газодобычи и районы сельскохозяйственного использования. Так же отмечается нарушение La/Ce соотношения в Томском районе, что свидетельствует о интенсивном технегенезе. Рассматривая Томский район, было выявлено преобладание La на городских территориях. Рассматривая, соотношения суммы редкоземельных элементов к радиоактивным элементам выделяется группа населенных пунктов в зоне влияния Северного промышленного узла, в частности при рассмотрении суммы редкоземельных элементов к урану выделяются населенные пункты в зоне влияния Сибирского химического комбината (СХК).

Таким образом, показатели отношений редкоземельных элементов могут использоваться в качестве индикаторов при районировании территорий. И, следовательно, возрастает значимость изучения данных элементов в природных средах и живых организмах.

Литература

1. Арбузов С. И. Редкометалльный потенциал углей Средней Сибири / С. И. Арбузов, Л. П. Рихванов, В. В. Ершов // Известия Томского

политехнического университета [Известия ТПУ]. - 2001. - Т. 304, вып. 1: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири. - [С. 130-147].

2. Балашов, Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов / Ю. А. Балашов; Академия Наук СССР; Институт геохимии и аналитической химии. - Москва: Наука, 1976. - 267 с.

3. Очерки геохимии человека : монография / Н.В. Барановская, Л. П. Рихванов, Т.Н. Игнатова и др.; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015. - 378 с.

4. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Барановская Н.В и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения - Томск, 2006. -216 с.

УДК 631.42

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВЫ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. УССУРИЙСКА) МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

*Колесникова А.Д., студентка 931 группы
ПГСХА, г. Уссурйск)
научн. рук. Иванова Е.П., доцент, канд. с.-х. н.
(ПГСХА, г. Уссурйск) Kolesnicova.ann.1177@mail.ru*

THE QUALITY EVALUATION OF THE URBAN AREA SOIL BY THE METHOD OF BIOTESTING (IN TERMS OF USSURIISK)

*A.D. Kolesnikova, student of 931 gr. (PSAA, Ussuriisk)
E.P. Ivanova, Ph. In Agricultural Science, associate professor
(PSAA, Ussuriisk)*

Почва – это кожа нашей планеты. И как кожа играет роль своеобразного зеркала здоровья человека, индикатора состояния организма, так и на почве отражается всё, что происходит с биосферой. Если формирование зрелых почв требует сотен или тысяч лет, то необратимая деградация или полное уничтожение почвы может произойти за несколько лет [1]. В современных реалиях возникают особые проблемы при обращении с городскими

почвами, так как от правильности их эксплуатации зависит продолжительность жизни городского почвенного субстрата [2]. Городская среда, особенно мегаполисы, является агрессивной средой в результате интенсивного антропогенного воздействия на городские почвы, депонирующие в себе высокие концентрации загрязняющих веществ. В почвах протекают деструктивные процессы, ухудшающие их качество и снижающие экологические функции.

Биотестирование является наиболее целесообразным методом определения интегральной токсичности почвы. Как метод оценки загрязнения почв он не только даёт объективное представление о состоянии почв, но и доступен в материальном плане. По сути, биотестирование – это определение токсичности пробы (воды, почвы, донных осадков и т.д.) для данной культуры организмов в лабораторном эксперименте.

Целью нашей работы явилось определение суммарной токсичности городской почвы (на примере г. Уссурийска) методом биотестирования.

Почвенные образцы отобрали на каждом исследуемом участке (варианте опыта) не менее чем из 15 точек, равномерно охватывая всю площадь, с последующим определением токсичности почвенных образцов (в качестве тест-объекта использовали семена редиса) [3].

В результате исследования, нами установлено, что наибольшее угнетение роста корней редиса (21,4 %) было в почве, отобранной возле ДК «Юность». Это можно объяснить негативным влиянием на почву большого транспортного потока, идущего по улице Агеева, в том числе большегрузного транспорта. Несколько ниже этот показатель был в образце почвы, отобранной на улице Некрасова – 20,6 %. Такое угнетение роста корней редиса соответствует умеренной степени токсичности почвы. В образцах почвы, отобранной в парке «Зелёный остров» и возле корпуса ИЗИАТ угнетение было не значительным – 3,1 и 5,4 % соответственно (по сравнению с контрольным вариантом – образцом почвы, отобранной на Солдатском озере).

Таким образом, в ходе проведенного методом биотестирования исследования установлено, что почвы города Уссурийска в районах промышленно-транспортного влияния обладают умеренной степенью токсичности, угнетение роста корней редиса составило 20,6-21,4 %. Это свидетельствует о целесообразности

рационального целевого использования земель землевладельцами и землепользователями с учетом требований охраны как земельных ресурсов, так и окружающей среды в целом.

Литература:

1. Химия окружающей среды: учебник для академического бакалавриата / Т.И. Хаханина, Н.Г. Никитина, Л.С. Суханова; под ред. Т.И. Хаханиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2014. – 215с.
2. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды: учебник для студентов вузов / [Я.Д. Вишняков, Н.Н. Бурцева, С.П. Кисилева и др.]; под ред. Я.Д. Вишнякова. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 368с.
3. Муха В.Д. Практикум по агропочвоведению / В.Д. Муха, Д.В. Муха, А.Л. Ачкасов. – М.: КолосС, 2010. – 367 с.

РАССЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТА СУММАРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПОЧВАХ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»

*Кононова Л.А. (СПбГУ, Санкт-Петербург); Зеленковский П.С.,
доцент, к.г.м.н. (СПбГУ), Подлипский И.И., ст. препод, к.г.м.н.
(СПбГУ), Хохряков В.Р., к.б.н. (НП «Смоленское Поозерье»)*

CALCULATION OF COEFFICIENT OF TOTAL CONTAMINATION IN SOILS AND SEDIMENTS IN THE RECREATIONAL AREAS OF «SMOLENSK LAKELAND NATIONAL PARK»

*Kononova L.A. (SPbSU, St. Petersburg), Zelenkovskii P.S., Ph.D.
(SPbSU), Podlipsky I.I., Ph.D. (SPbSU), Khokhryakov W.R., Ph.D.
(Smolenskoe Poozerie National Park)*

Основной целью проводимых работ на озёрах рекреационной зоны национально парка «Смоленское Поозерье» Сапшо, Чистик, Рытое и Баклановское является эколого-геохимическая оценка экосистем парка. В 2014 году была проведена рекогносцировка и начат отбор проб почв и донных отложений как в заповедной и рекреационной зонах парка, так и на подвергшейся наи-

более интенсивному воздействию местности – свалке твёрдых бытовых отходов.

На основании данных, полученных в 2014 году, выявлены участки, заслуживающие более детального изучения. Для этого на прилегающей к озёрам территории нами был проведён отбор почв по сети 200×200 м на участках, вызывающим повышенный интерес, и 400×400 для измерения общей концентрации тяжёлых металлов.

В лабораторных условиях пробы были высушены, измельчены и просеяны для последующих анализов.

Донные отложения и почвы были проанализированы на рентгенофлуоресцентном анализаторе металлов и сплавов Olympus Innov-X Delta. Получены данные по таким элементам как Ca, Pb, V, Ti, Sr, Zr, Cr, Mn, Fe, Zn, Rb, Co. Аппаратная погрешность прибора по каждому из приведенных элементов составляет 0,49% для Ca, 0,01% - Pb, 0,01% - V, 0,23% - Ti, 0,03% - Sr, 0,02% - Zr, 0,006% - Cr, 0,01% - Mn, 0,09% - Fe, 0,001% - Zn, 0,001% - Rb 0,0002% - Co.

Для расчёта фоновых концентраций использовались измерения, полученные по содержанию элемента в почвах и донных отложениях всех озёр рекреационной зоны. Для этого в программе Statistica 10 использовались значения по показателю медианы. Этот показатель выбран потому, что, в отличие от математического ожидания, медиана обладает свойством робастности, то есть она является нечувствительной к различным отклонениям и неоднородностям в выборке, связанным с теми или иными причинами, такими как ошибка прибора или опечатки. Значения фоновых концентраций указаны в мг/кг в таблице.

Таблица. Значения фоновых концентраций, мг/кг.

	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Pb	Sr
Медиана	2317	41	10	654	5,9	10	10	79	2,5	1,5	24	189,5

На озере Сапшо, аналогично со значениями 2014 года, некоторые пробы центральной части озера имеют умеренную категорию Z_c 16-32, а ещё две-опасную Z_c 32-128. Почвы, отобранные по периметру озера, преимущественно имеют умеренную категорию.

На озере Лошамье проводились работы в основном в наиболее глубоководной части, так как именно там, в 2014 году были

обнаружены повышенные содержания элементов. Так часть проб характеризуется «умеренно-опасной» категорией загрязнения, и лишь одна проба – «опасной». Что касается почв, то распределение Z_c то установлена яркая динамика повышения значений показателя с севера на юг, в зоне соснового леса суммарное загрязнение имеет умеренный и опасный коэффициент.

На озере Баклановское «умеренно-опасную» категорию загрязнения имеют пробы, взятые в основном в восточной части озера. Почвы имеют «допустимую» категорию.

Донные отложения и почвы озера Рытое также имеют «допустимую» категорию загрязнения.

На озере Чистик установлено наличие нескольких областей с «умеренно опасной» и «опасной» категорией загрязнения

Происхождение и более подробную картину геохимического поля, а также формы нахождения поллютантов – это задачи последующих этапов исследования.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПОВЕДНОЙ ЗОНЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» (оз. Лошамье)

*Кононова Л.А. (СПбГУ, Санкт-Петербург)
Зеленковский П.С., доцент, к.г.м.н. (СПбГУ), Подлипский И.И.,
ст. препод, к.г.м.н. (СПбГУ), Хохряков В.Р., к.б.н.
(НП «Смоленское Поозерье»)*

DETERMINATION OF MERCURY CONTENT IN SOILS AND SEDIMENTS IN THE AREA OF SPECIAL PLANNING CONTROL IN SMOLENSK LAKELAND NATIONAL PARK (LOSHAME LAKE)

Kononova L.A. (SPbSU, St. Petersburg), Zelenkovskii P.S., Ph.D. (SPbSU), Podlipsky I.I., Ph.D. (SPbSU), Khokhryakov W.R., Ph.D. (Smolensk Lakeland national park)

Анализ почв и донных отложений на содержание ртути в заповедной зоне национального парка «Смоленское Поозерье», на водосборной площади озера Лошамье является одним приори-

тетных направлений эколого-геологических исследований, Мониторинге состояния среды и контроле ее загрязнения. ПДК ртути в почве, согласно ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» – 2,1 мг/кг (с учетом фона).

Метод измерений содержания ртути в пробах грунтов с использованием анализатора «РА-915М» в комплекте с приставкой «РП-91С» основан на термическом разложении пробы, сопровождающемся атомизацией ртути, и последующем ее определении методом беспламенной атомной абсорбции. Диапазон измерений 5-10000 мг/кг. Согласно метоике, измерения проводятся на основании 3 навесок одной и той же пробы весом около 1 г. После замеров проводится статистика по 3 анализам, выявляется среднее значение. Далее в программе Statistica 10 по показателю медианы рассчитываются фоновые концентрации.

Для характеристики описания концентрации ртути пробы были разделены на 2 группы:

- 1) пробы поверхностной почвы;
- 2) пробы донных отложений.

Это связано с тем, что показатели концентрации элементов в пробах разных фаций сильно варьируют и не подчиняются закону нормального распределения, в результате чего были бы искажены значения по фоновым показателям. Ниже представлена таблица с данными описательной статистики со средними значениями, медианой и квартилями по данным анализов 2015 года (табл. 1). По сравнению с данными 2014 года можно заметить различия, как по данным фоновых концентраций почвы, так и донных отложений (табл. 2).

Таблица 1. Фоновые концентрации Hg, мг/кг.

	Ср. арифметич.	Ср. геометрич.	Медиана	25% квартиль	75% квартиль
Hg (донные отложения)	0,102	0,076	0,119	0,37	0,154
Hg (грунт)	0,072	0,049	0,06	0,024	0,091

Таблица 2. Сравнение фоновых концентрации Hg в 2014 и 2015, мг/кг.

	Содержание Hg	
	2014	2015
Донные отложения	0,124	0,119
Грунт	0,03	0,06

По всей территории водосборной площади отмечено невысокое накопление ртути в лесной подстилке и органогенном горизонте почв, среднее её содержание намного ниже, чем в донных отложениях – 0,07 мг/кг (выше фона на 0,01 мг/кг). В донных отложениях количество ртути увеличивается до 0,1 мг/кг (ниже фона на 0,02 мг/кг), что свидетельствует о сносе, аккумуляции и возможно консервации данного тяжелого металла в наиболее глубокой части озера Лошамье.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МУРИНСКОГО РУЧЬЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ И ЭКОЛОГО- ГЕОХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

*Копылова В.И., научн. рук. Зеленковский П.С., доц., к.г.-м.н.
(СПбГУ, Санкт-Петербург)*

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL CONDITION OF THE STREAM MURINSKY OF BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL METHODS

*Kopylova V.I., Scientific adviser Zelenkovskii P.S., associate
professor, Ph.D. (St. Petersburg State University, St. Petersburg)*

Природные объекты, находящиеся в черте города являются хорошими маркерами антропогенного воздействия и экологической ситуации в районе. В качестве объекта исследования был выбран Муринский ручей, протекающий по территории Муринского парка (Калининский район Санкт-Петербурга). Он берёт начало в парке Сосновка и впадает в реку Охта. Средняя длина ручья 8,7 км, ширина от 3 до 30 м, глубина 0,5 – 3м

Целью работы стало определение экологического состояния водоема различными методами в нескольких контрольных точках. Для достижения этой цели были поставлены и выполнены следующие задачи:

- Определение при помощи биологических экспресс-методов состояния водных экосистем;
- Отбор проб донных осадков для оценки содержания основных городских поллютантов (Zn, Cu, Pb, Ni, Cd и др.)
- Сопоставление результатов

Опробование было проведено в трех участках ручья на территории Муринского парка. Первый участок расположен в месте, где Муринский ручей вытекает из парка Сосновка и пройдя водосток, проложенный под Тихорецким проспектом попадает в парк. Точка наблюдения “два” расположена ниже по течению, в месте, где Муринский ручей разливается, образуя проточное озеро (квартал между проспектами Культуры, Северным, Луначарского и Светлановским). Третья точка наблюдения находится еще ниже по течению. В этой части ручей опять сужается. Одной причин выбора третьей точки является наличие трубы стока бытовых или ливневых вод (со стороны проспекта Луначарского) непосредственно в ручей.

Для быстрой оценки экологического состояния биосистемы используются биологические экспресс-методы, основанные на фаунистическом составе исследуемого участка водного объекта. По мере повышения уровня загрязненности вод происходит изменение видовой структуры бентосных организмов. В процессе индикации производится оценка видового разнообразия и в соответствии с таблицами определяется значение индекса, сопоставимое с конкретным состоянием биоценоза. Мы использовали для ДОС-тижения большей точности два биотических индекса - Майера и Вудивисса.

Для оценки содержания тяжелых металлов в донных осадках был проведен рентгенофлуоресцентный анализ проб (прибор AP-104M) в лаборатории кафедры экологической экологии институт наук о Земле, СПбГУ.

В результате наблюдений нами определено, что в точке №1 (граница парка, 30м до автомобильной дороги (Тихорецкий проспект) показатели качества воды составили 4 единиц. Данный участок водоема определен как “грязный”. Значение индекса Майера равняется 6, индекса Вудивисса – 4. Содержания тяжелых метал-

лов в донных осадках данной точки в целом выше чем в точках 2 и 3 (особенно по меди). Показатель загрязнённости донных осадков [1] относится к 3 группе (требует вмешательства) по меди. Это может быть результатом проявления щелочного геохимического барьера, поскольку водородный показатель в точке 1 равняется 5,7, а в следующих точках - 6,5 и выше.

В точке №2 (наиболее широкий участок ручья, на расстоянии 300 метров от пересечения с Северным проспектом) качество воды определено показателем 3 единицы. По результатам биологической оценки участок «слабо загрязнённый». Индекс Майера равняется 11, индекс Вудивисса – 6. Показатели содержания тяжелых металлов в целом принимают средние значения, близкие к местному фону. Содержание свинца и никеля ниже, а меди – выше. В соответствии с региональным нормативом [1], донные осадки относятся к чистым, выделяется только показатель по меди (класс I).

В точке №3 (узкий участок ручья ниже сточных труб) показатели качества воды приближаются к 7 единицам. Участок определен как «грязный». Индексы Майера и Вудивисса принимают наиболее низкие значения – 1. Содержание никеля, железа, цинка и стронция выше, чем в других точках, Причём ближе к трубам, где воды ручья смешиваются со стоками, показатели по большинству металлов увеличиваются. В сравнении с местным фоном содержание меди, железа, цинка и стронция выше, а никеля и свинца ниже. В соответствии с региональными нормативами [1] в целом донные осадки можно считать чистыми (класс 0), кроме показателей по цинку и меди (класс I – слабозагрязнённые).

Из результатов исследования видно, что наиболее бедственное состояние имеет биоценоз участка №3 – в районе расположения сточных труб, однако донные осадки здесь загрязнены несильно. В точке 1 состояние водной среды по биотическим показателям лишь немного лучше точки 3, однако, донные осадки загрязнены сильнее остальных участков. Наиболее устойчивая система по показателям наблюдается в точке №2 – участке, занимающем центральное положение в парке относительно двух других точек, здесь же ниже всего и ближе к местному фону показатели содержания тяжелых металлов в донных осадках.

Список литературы:

1. Региональный норматив «Нормы и критерии оценки загрязнённости донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» // Разра-

ботан ОАО «Ленморниипроект» по заказу управления по охране окружающей среды мэрии Санкт-Петербург // Спб., 1996 г.

ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫЕ РЕАГЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВЫ

Коробова Н.А. (МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва), научн. рук. Липатникова О.А., н.с., к.г.-м.н. (МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва)

ANTIICING REAGENTS USED IN THE MOSCOW

Korobova N.A. (Lomonosov Moscow State university, Moscow), Scientific director: r.a. Lipatnikova O.A. (Lomonosov Moscow State University, Moscow)

Противогололедные реагенты – твердые (сыпучие) или жидкие (растворы) химические искусственные вещества, распределяемые по поверхности дорожного покрытия для борьбы с зимней скользкостью и направленные на поддержание в допустимом состоянии элементов объектов дорожного хозяйства в процессе их эксплуатации в зимний период.

Зимой в России температуры изменяются в довольно широких пределах, поэтому не все противогололедные реагенты, используемые в других странах, применимы.

В нашей стране в разные отрезки времени применялись различные противогололедные препараты, и нормы их использования не всегда были точно установлены, что приводило к негативным последствиям. С 1960-х по 1990-е гг. на территории Москвы применяли пескосоляную смесь, норм применения не существовало. Это был один из самых экологически безвредных противогололедных препаратов. С 1995 года стали использовать техническую соль. Нормы эксплуатации были довольно размыты, и применение реагента в больших количествах привело к засолению почв, гибели зеленым насаждений, порче объектов дорожного хозяйства и заболеваниям животных. В 2001 году применяли ацетатные реагенты из-за чего начал появляться неприятный запах уксусной кислоты. Далее (с 2001) начали использовать комбинированные противогололедные реагенты на основе хлористых солей магния, кальция, натрия и калия. В настоящее время существует огромное количество разнообразных твердых противоголо-

ледных реагентов, причем, согласно нормативным документам, массовая доля хлористого кальция в них должна быть не менее 15 %.

Цель данной работы – определение реального состава твердых противогололедных реагентов, применяемых на территории г. Москвы в настоящее время.

Для достижения поставленной цели было отобрано 5 образцов реагентов в разных частях г. Москвы. Все образцы внешне были схожи – белые кристаллы размером более 1 мм. Первый образец отличался повышенной гигроскопичностью. Четыре других содержали гранитную или мраморную крошку. Пробы отбирали из мешков с реагентами в пластиковые пакеты и доставляли в лабораторию, где брали навески, растворяли их дистиллированной водой, а затем отфильтровывали. Не растворившийся остаток высушивали и взвешивали, а в растворе измеряли pH и содержание ионов натрия методами потенциометрии и содержание ионов кальция, магния и хлорид-ионов методами объемного титрования по стандартным методикам.

Для всех проб содержание хлора оказалось не менее суммы измеренных катионов (кальция, магния, натрия). На основании этого данные анализов были пересчитаны на содержание в растворе соединений CaCl_2 , MgCl_2 и NaCl по стандартным формулам в избытке ионов хлора. Затем был проведен пересчет содержания этих солей на килограмм сухого вещества и рассчитаны массовые доли каждой из солей. Для контроля рассматривали сумму массовых долей солей и сухого остатка. Для всех проб она находится в диапазоне от 91 до 102%. Незначительная неточность в результатах можно объяснить разностью использованных методик. Результаты приведены в таблице.

№ пр.	Место отбора пробы	%				Σ, %	pH
		CaCl ₂	MgCl ₂	NaCl	Сухой ост.		
1	м. Лубянка	1,2	5,7	81	5	92,7	7,7
2	м.Аэропорт	0,4	0,2	80,5	16	97,1	9,1
3	м.Ботанический сад	1,4	0,9	34,2	63	99,6	7,9
4	м.Измайлово	3,3	–	46,5	41,8	91,6	8,9
5	м. Марксисткая	0,2	0,01	70	31,6	101,8	9,7

Результаты исследований показали, что по процентному содержанию веществ, образцы заметно отличаются от заявленных в технологии зимней уборки. Повышенная гигроскопичность первого образца обусловлена содержанием хлорида магния. Содержание CaCl_2 во всех образцах значительно меньше нормативной.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА СЕСТРОРЕЦКИЙ РАЗЛИВ

*Кузнецов М. В. (СПбГУ, Санкт-Петербург),
kuznetsov_max@list.ru,
научн. рук. Рябчук Д. В., доц., канд. геол.-мин. наук.
(СПбГУ, Санкт-Петербург)*

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF SEDIMENTS OF THE SESTRORETSKIY RAZLIV LAKE

*Kuznetsov M.V. (SPSU, Saint-Petersburg),
scientific adviser Ryabchuk D. V. Assoc. Prof., Cand. Sci.
(Geol. – Min.) (SPSU, Saint-Petersburg)*

На сегодняшний день водохранилище Сестрорецкий Разлив, по праву, является градообразующим водным объектом, ведь примерно 1/3 воды для питьевого и хозяйственного водоснабжения жители Сестрорецка получают, непосредственно, из озера, кроме того, Сестрорецкий Разлив обладает большим рекреационным потенциалом.

В последние десятилетия прошлого столетия на берегах рек Сестра и Черной, которые питают озеро, существовало множество сельскохозяйственных угодий, весь смыв с которых вместе с пестицидами поступал сначала в реки, а потом и в водохранилище. Кроме того, в реку Черная поступали недостаточно очищенные воды с очистных сооружений. Все это привело к тому, что в 90-х годах прошлого века в воде и донных отложениях Сестрорецкого Разлива были зафиксированы многократные превышения ПДК для некоторых тяжелых металлов. В начале 2000-х годов

были проведены комплексные исследования донных отложений водохранилища, по их результатам концентрация Cd превышала ПДК, намечалась тенденция концентрации Zn, Cd, Hg и Pb в осадках западной части акватории. По суммарному показателю загрязнения Разлив был отнесен к категории «допустимое загрязнение». Возможно, такой обнадеживающий результат был получен из-за того, что исследования проводились летом, ведь по некоторым исследованиям тяжелые металлы склонны накапливаться в донных отложениях в холодное время года. Однако в 2012 году сточные воды города Сертолово перестали поступать в реку Черная, по причине перевода их на северную станцию аэрации водоканала Санкт-Петербурга, по подсчетам экспертов после данного мероприятия в Сестрорецкий Разлив перестало поступать около 60% от прежнего объема поллютантов. В связи с этим, необходимо оценить насколько изменилось содержание тяжелых металлов в донных отложениях водохранилища с момента последних исследований, датированных 2002 годом. К тому же автором была поставлена задача сравнения концентраций тяжелых металлов в летний и позднеосенний период в донных отложениях исследуемого объекта.

Для реализации поставленных задач было проанализировано 59 проб донных отложений озера, которые были отобраны в летний период 2015 г., и 11 проб, отобранных в ноябре 2015 года.

По результатам исследования проб летнего периода можно сделать вывод, что экологическая обстановка с 2002 года на озере Сестрорецкий Разлив существенно улучшилась. Максимальные концентрации As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn снизились, за исключением концентраций Hg, максимальное значение которой в 2015 году больше почти в три раза больше, чем в 2002 году, к тому же фоновое значение по Hg в 2015 году почти в 2 раза больше, чем среднее содержание ее в осадках в 2002 году (0,109 и 0,06 мг/кг соответственно). Максимальные концентрации всех элементов ниже предельных уровней нормативов ЛЕНМОРНИИ-ПРОЕКТА, за исключением Cd. Суммарный показатель загрязнения по Саету, посчитанный по результатам исследования летних проб, варьирует от 1 до 9, причем только в одной точке суммарный показатель превышал значение в 8 единиц.

Анализ проб осеннего периода позволил сделать вывод, что в большинстве случаев абсолютно все содержания элементов этого времени года в разы превышают содержания летнего пе-

риода. Удалось выяснить, что содержания Fe, Mn и Zn, а в некоторых случаях и Cr синхронно изменяются в образцах донных отложений.

Также по результатам исследования для химических элементов были составлены эколого-геохимические карты.

КАЧЕСТВО РЕСУРСА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА РАЙОНА СУДОХОДНОЙ ЗОНЫ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

*Кузнецова А. В (МГУ, Москва, nastya.yellow@yandex.ru),
Научн. рук. Барабошкина Т. А. с.н.с. (МГУ, Москва)*

THE QUALITY OF THE RESOURCE OF GEOLOGICAL SPACE OF THE KERCHENSKIY STRAIT REGION

*Kuznetsova A. V. (MSU, Moscow),
Scientific adviser Baraboshkina T. A. Senior Research Off.
(MSU, Moscow)*

Керченский пролив является экономически и социально значимым объектом в связи с его высоким природным и ресурсным потенциалом. Акватория пролива используется в целях рекреации, туризма и является важнейшей зоной обитания и миграции основных промысловых рыб – азовской хамсы, сельдей, кефалей. Техногенная нагрузка на экосистемы Керченского пролива достаточно велика. Основными агентами изменения качества ресурса геологического пространства являются геодинамические процессы, вызванные гидротехническими сооружениями, и дампинг грунта (грунт извлекается, с целью углубления фарватера).

Целью проведенного исследования является оценка качества и динамики изменения геологического пространства Керченского пролива на примере донных отложений района.

Учитывая высокую техногенную нагрузку, оценка изменений тенденций миграции химических элементов в пределах 10 лет представляет большой интерес.

В ходе полевых исследований были изучены несколько полигонов. Пробы отбирались с помощью пробоотборной трубки методом конверта.

Было отобрано 14 образцов донных отложений и раковин моллюсков. Затем проведена пробоподготовка. Химический состав образцов определяли методом полуколичественного спектрального анализа в лаборатории «Бронницкая геолого-геохимическая экспедиция (БГГЭ) ФГУП "ИМГРЭ"».

Проанализировав геологическую карту Керченского пролива, мы определили возможные природные источники тяжелых металлов. В ходе интегрального анализа территории мы оценили эколого-геохимическое состояние донных отложений. Так как ПДК для донных отложений не разработано в России до сих пор, мы сравнили полученные концентрации с ранее проведенными исследованиями, нормативами, рекомендованными в «Голландских листах». Голландские исследователи разработали методические указания по определению допустимых концентраций загрязняющих веществ в донных отложениях. На основе этой методики были разработаны нормативы для токсикантов для донных отложений в акваториях Ленинградской области и прилегающих территорий.

В результате анализа был сделан вывод о том, что в районе судоходной зоны Керченского пролива существуют техногенные аномалии по никелю, хрому, меди и цинку практически во всех точках отбора.

Итак, в результате интерпретации полученных и опубликованных данных мы выяснили, что в Керченском проливе существуют как природные флуктуации концентраций тяжелых металлов, вызванные литологически контрастным строением берега и шельфа, так и техногенно-обусловленные аномалии концентраций некоторых тяжелых металлов. В результате параметрического анализа, по интегральным показателям (показатель загрязнения и оценка по допустимым концентрациям) изученные донные отложения можно отнести к категории сильно-слабо загрязненных грунтов. Однако, концентрации никеля и свинца в донных отложениях имеет завышенные показатели для сброса грунтов в подводные отвалы, что, однако, повсеместно происходит. Качество ресурса геологического пространства в районе работ снизилось по сравнению с результатами исследований предыдущих лет. В данном районе актуальна постановка мониторинговых наблюдений в зонах дампинга.

«Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 15-37-10100»

Список литературы

1. шельфа УССР. Керченский пролив / ред. Д.Е. Макаренко. - Киев : "Наукова Думка", 1981.
2. Геоэкология шельфа и берегов морей России . – М. : Ноосфера, 2001 . – 428 с.
3. Еремеев В. Н. Иванов В. А., Ильин Ю. П..Океанографические условия и экологические проблемы // Морской экологический журнал. - 2003 г.. - стр. 27-40.
4. Котельянец Е.А. Коновалов С. К. Тяжелые металлы в донных отложениях Керченского пролива // Морской гидрофизический журнал. - 2012 г.. - стр. 50-60.
5. Кузнецова А. В., Барабошкина Т. А. Экологические особенности ресурсного потенциала Северо-Восточного Причерноморья: качество, процессы, динамика // Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография. Том. XIV. — РГПУ им. А.И. Герцена Санкт-Петербург, 2015. — С. 87–91.
6. Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга – 22.07.1996.

ЛИШАЙНИКИ КАРБОНАТНЫХ КАМЕНИСТЫХ СУБСТРАТОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ИХ РОЛЬ В БИОДЕСТРУКЦИИ

Кузнецова О. А. (СПбГУ, Санкт-Петербург), oksid93@bk.ru, научн. рук. Власов Д. Ю., проф., д. б. н. (СПбГУ, БИН РАН, Санкт-Петербург), науч. конс. Гимельбрант Д. Е. ст. преп. (СПбГУ, БИН РАН, Санкт-Петербург)

LICHENS OF CARBONATE STONE SUBSTRATES IN SAINT PETERSBURG AND THEIR CONTRIBUTION TO BIODETERIORATION

Kuznetsova O. A. (SPSU, Saint-Petersburg), oksid93@bk.ru, scientific advisers: Vlasov D. Yu., Prof., Dr. of Sc. (SPSU, Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg), Himelbrant D. E. Senior Lecturer (SPSU, Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg)

Большое количество памятников Санкт-Петербурга (далее СПб), находящихся на открытом воздухе, выполнено с использованием карбонатных пород, в том числе двух типов известняков:

путиловского и пудостского. Они подвергаются процессам биологического обрастания и постепенного разрушения. Лишайники известны как активные деструкторы каменистых субстратов.

Целью нашей работы является сравнение лишайниковых сообществ на разных типах каменистого субстрата в административных пределах города СПб и в карьере в Сланцевском районе Ленинградской области (далее Сл. р-н ЛО), а также изучение взаимодействия лишайников с субстратом.

Сбор материала проводился с мая 2014 г. по май 2015 г. на архитектурных памятниках Некрополя XVIII века Александро-Невской лавры в СПб, в Музеях-заповедниках «Гатчина» и «Павловск», в парке «Сергиевка» и в карьере в Сл. р-н ЛО (далее – карьер). Для оценки обилия использовался метод пробных площадок (20 Ч 20 см). На каждой территории учитывалось видовое разнообразие и обилие видов на 10 площадках.

К настоящему времени на карбонатных субстратах в СПб известно 66 видов лишайников, относящихся к 35 родам и 16 семействам (по данным более 60 источников литературы). Наибольшее число видов, приуроченных к карбонатным субстратам, относится к родам *Verrucaria* (13 видов), *Physcia* (5) и *Lecanora* (4). На карбонатных субстратах пяти изученных территорий нами выявлено 23 таксона лишайников. В парке «Сергиевка» на бетоне единично был обнаружен *Lecania erysibe* – вид, ранее не встреченный на территории СПб, но известный из западной части ЛО. Сравнение списков таксонов, отмеченных на путиловском и пудостском известняках, показало их высокое сходство (коэффициент сходства Сёренсена-Чекановского $I_{Cs} = 0.70$). Это указывает на близость характеристик двух типов известняков и позволяет проводить совокупный анализ их лишайнофлоры. Следовательно, можно заключить, что тип известняка не является определяющим фактором распределения лишайников. Оценивая ранжированные списки видов по обследованным территориям, мы выделили как самые часто встречаемые таксоны, так и самые обильные. Чаще других встречаются *Verrucaria* spp., *Lecanora dispersa*, *Candelariella aurella*, *Lecidella stigmatea*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Flavoplaca citrina*. Эти же таксоны являются и наиболее обильными. Для выявления наиболее важных взаимосвязей в лишайниковых сообществах и анализа сходства и различия пробных площадей и территорий был применен компонентный анализ (метод главных компонент). Объекты – пробные площади, признаки – обилие таксонов на площадке, ее экспозиция, освещенность, ориентация в пространстве, а также тип известняка. Результаты

анализа показывают, что вся выборка является практически однородной. Первые две компоненты отражают в сумме всего немногим более 21% объясненной изменчивости. Первая компонента, скорее всего, связана с характеристикой поверхности субстрата, а вторая – с плотностью. Таким образом, видовое разнообразие лишайников мало зависит от типа известняка; территории исследования сходны по видовому составу, но имеют различное распределение видов по обилию и встречаемости. В практически однородной выборке прослеживается слабая тенденция к группировке пробных площадей по территориальному признаку.

Основными формами воздействия лишайников на субстрат в черте СПб являются питтинг и пилинг. Таксонами, вызывающими питтинг (точечное разрушение), являются *Verrucaria* spp. и *Hymenelia epulotica*. *Phaeophyscia orbicularis* и *Physcia adscendens* отмечены нами как виды, вызывающие пилинг (отслаивание частичек) поверхности субстрата.

Работа выполнена при поддержке СПбГУ (грант 1.37.151.2014).

БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ РЕКИ ЧУЛЬМАН И ОЦЕНКА ИХ РЕАКЦИИ НА ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Кулагина Ж.А. (ДВГУПС, Хабаровск)
zhanna.kulagina06@mail.ru,
науч. рук. Неудачин А.П., доцент

В работе представлены практические результаты определения таксономических единиц беспозвоночных реки Чульман на разных участках маршрута, а также выявления загрязненности водных экосистем на основе методики исследования макрозообентоса.

Цель исследования: изучение современного состояния сообществ донных беспозвоночных вод реки Чульман и оценка их реакции на антропогенное воздействие.

Во время июньской экспедиции 2012 года в соответствии с методикой определения видового состава макрозообентоса были собраны образцы беспозвоночных реки Чульман.

Отбор проб производился в заводях и на перекатах р. Чульман на глубине 30 см. Для взятия проб на 5 опытных участках реки отбирались пробы воды объемом 1,5 литра.

Данные заносились в специальные карточки. Здесь же в полевых условиях проводилось визуальное наблюдение проб на их очищение представителями беспозвоночных семейств-гидробионтов, имеющих способность очищать загрязненную воду.

Далее в лабораторных условиях зафиксированные этиловым спиртом пробы исследовались на видовой состав амфибиотических насекомых.

Проба № 1 - Устье реки Чако, правый берег. На данном участке реки Чульман в пробах макрозообентоса присутствовали представители семейств Ephemeroptera, Perlodidae, Trichoptera, Glossosomatidae, Hydropsychidae, Stenopsychidae, кроме того были найдены и другие беспозвоночные, чувствительные к загрязнениям, поэтому можно сказать, что вода очень чистая.

Проба № 2 - устье реки Самокит левый берег. В пробах макрозообентоса присутствовали представители семейств Ephemeroptera, Perlodidae, несколько семейств ручейников: Glossosomatidae, Hydropsychidae, Stenopsychidae, Goeridae, - все вышеперечисленные представители макрозообентоса очень чувствительны к загрязнению, поэтому можно сказать, что вода очень чистая.

Проба № 3 - Левый берег реки Чульман, напротив шахты «Денисовская». Здесь кроме Ephemeridae, Perlodidae, Hydropsychidae, Glossosomatidae, Stenopsychidae, появляются представители Класса Моллюски, а именно Castropoda, это говорит о средней степени загрязнения вод реки Чульман, связанной с производственной деятельностью шахты «Денисовская».

Проба № 4 - Левый берег реки Чульман, в 4 км ниже автомобильного моста п.Чульман. На представленном участке были обнаружены личинки различных семейств поденок: Heptageniidae, Ephemerellidae, Ephemeridae, кроме этого найдены представители семейства Perlodidae и Rhyacophilidae. Данные беспозвоночные чувствительны к загрязнению. Однако, можно увидеть, что разнообразия ручейников здесь нет. Поэтому можно предположить, что вода в реке на данном участке испытывает незначительное загрязнение. В почвогрунте найдено большое количество личинок Heptageniidae, Perlodidae, Ephemeridae, но разнообразие беспозвоночных невысокое, что свидетельствует о незначительном загрязнении.

Проба № 5 - Устье реки Чульман, левый берег. Вода на данном участке маршрута незначительно загрязнена. В почвогрунте

найдено большое количество личинок Heptageniidae, Perlodidae, Ephemeraeidae, но разнообразие беспозвоночных невелико.

Полученные результаты исследований можно объяснить тем, что:

1) В верхнем течении реки Чульман производственной деятельности нет, и воды реки антропогенного воздействия не испытывают. Макрозообентос представлен видами, являющимися очень чувствительными к загрязнению, что указывает на чистоту воды данного участка.

2) Незначительную степень загрязнения испытывает участок реки Чульман в районе действия шахты «Денисовская». Здесь в пробах почвогрунта были найдены катушечные моллюски.

3) Важными являются результаты проб в устье реки Чульман, так как этот участок находится ниже зоны залегания труб нефтепровода. В пробах не было найдено представителей, адаптированных к сильному загрязнению. Однако, видовое разнообразие зообентоса невелико. В связи с этим можно сделать вывод о не критичном загрязнении вод реки Чульман в нижнем течении, вследствие, в том числе, процессов самоочищения.

INVERTEBRATES OF THE RIVER CHULMAN AND EVALUATION OF THEIR RESPONSE TO ANTHROPOGENIC IMPACTS

Kulagina Z.A. (DVGUPS, Khabarovsk)

zhanna.kulagina06@mail.ru,

*scientific adviser Neudachin A.P, associate professor
(DVGUPS, Khabarovsk), к.б.н. (ДВГУПС, Хабаровск)*

In work practical results of definition of taxonomical units of invertebrates of the river Chulman on different sites of a route, and also to detection of impurity of water ecosystems on the basis of a technique of research of a macrozoobenthos are presented.

Research objective: studying of a current state of communities of ground invertebrate waters of the river Chulman and assessment of their reaction to anthropogenous influence.

During June expedition of 2012 according to a technique of definition of specific structure of a macrozoobenthos samples of invertebrates of the river Chulman have been collected.

Sampling was made in creeks and on rifts of river Chulman at a depth of 30 cm. For sampling on 5 skilled sites of the river tests of water of 1,5 liters were selected.

Data were entered in special cards. Here in field conditions visual observation of tests on their clarification by representatives of the invertebrate families hydrobionts having ability to purify the polluted water was made.

Further in vitro the tests recorded by ethyl alcohol were investigated on specific structure the amfibioticheskikh of insects.

Test No. 1 - Mouth of the river of Chako, right coast. At this site of the river Chulman at tests of a macrozoobenthos there were representatives of families Ephemeroptea, Perlodidae, Trichoptera, Glossosomatidae, Hydropsychidae, Stenopsychidae, besides also other invertebrates sensitive to pollution therefore it is possible to tell that water very pure have been found.

Test No. 2 - the mouth of the river Samokit the left coast. At tests of a macrozoobenthos there were representatives of families Ephemeroptea, Perlodidae, several families of caddis flies: Glossosomatidae, Hydropsychidae, Stenopsychidae, Goeridae, - all above-mentioned representatives of a macrozoobenthos are very sensitive to pollution therefore it is possible to tell that water very pure.

Test No. 3 - The left river bank Chulman, opposite to Denisovskaya mine. Here except Ephemeraeidae, Perlodidae, Hydropsychidae, Glossosomatidae, Stenopsychidae, there are representatives of the Class Molluscs, namely Castropoda, it speaks about average extent of pollution of waters of the river Chulman connected with a production activity of Denisovskaya mine.

Test No. 4 - The left river bank Chulman, in 4 km below the automobile bridge of the item Chulman. On the presented site larvae of various families of green drakes have been found: Heptageniidae, Ephemerellidae, Ephemeraeidae, besides are found representatives of Perlodidae and Rhyacophilidae family. These invertebrates are sensitive to pollution. However, it is possible to see that there is no variety of caddis flies here. Therefore it is possible to assume that water in the river on this site experiences insignificant pollution. A large number of larvae of Heptageniidae, Perlodidae, Ephemeraeidae, but a variety of invertebrates low is found in soil that demonstrates insignificant pollution.

Test No. 5 - Mouth of the river Chulman, left coast. Water on this site of a route is slightly polluted. A large number of larvae of Hep-

tageniidae, Perlodidae, Ephemerae is found in soil, but a variety of invertebrates is small.

The received results of researches can be explained with the fact that:

1) In river headwaters Chulman there is no production activity, and water of the river of anthropogenous influence isn't tested. The macrozoobenthos is presented by the types which are very sensitive to pollution that indicates purity of water of this site.

2) Insignificant extent of pollution Chulman around action of Denisovskaya mine tests a site of the river. Here bobbin mollusks have been found in tests of soil.

3) Important are the results of samples at the mouth of the river Chulman, as this section is below the zone of occurrence of the pipes of the pipeline. In the samples was found representatives adapted to heavy contamination. However, the species diversity of zoobenthos is low. In this regard, we can conclude uncritically the pollution of the Chulman river downstream, as a result, including processes of self-purification.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СЕВЕРНОГО БОРТА КАРЬЕРА МИХАЙЛОВСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Маликова Е.В. (ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж), науч. рук.

Курилович А.Э. доцент, к.г.м.н. (ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж)

SUSTAINABILITY APPRAISAL OF THE NORTH SIDE OF THE PIT MINING AND PROCESSING PLANT MIKHAILOVSKY IN GEOENVIRONMENTAL PURPOSES

*Malikova E. V. (FGBOU VO «VGU», Voronezh, Russia), scientific
adviser Kurilovich, A. E., associate Professor, candidate of Sc
(FGBOU VO «VGU», Voronezh)*

Обеспечение устойчивости горнодобывающих сооружений является необходимым условием их безаварийной эксплуатации, а также сохранение оптимальной экологической обстановки на прилегающих территориях. Особенно это актуально для крупных

карьеров с большой зоной влияния на окружающую среду, таких как Михайловский горно-обогатительный комбинат.

Михайловское железорудное месторождение КМА является одним из крупнейших в Российской Федерации. Запасы его служат сырьевой базой Михайловского горно-обогатительного комбината, который специализируется по производству аглоруды, железорудных офлюсованных окатышей и концентрата.

Задачей проведенных исследований является оценка состояния северного борта карьера с точки зрения его устойчивости в процессе разработки месторождения. Для этого были проведены расчеты коэффициента запаса устойчивости уступов карьера и борта в целом в различных условиях.

В пределах северного борта карьера выделено три инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

ИГЭ 1. Отвальная смесь из окисленных железистых кварцитов.

ИГЭ 2. Суглинок коричневый и темно-коричневый туго и мягко-пластичный ИГЭ 3. Песок желтый и светло-черный мелкозернистый.

Для проведения расчетов методом весового давления был выбран профиль, находящийся в центральной части северного борта. В его пределах четко выделяются 3 уступа, шириной до 50 м. и высотой до 15 м., сложенные грунтами ИГЭ 1. Коэффициент устойчивости первого (нижнего) уступа равен 3,15, второго (среднего) уступа - 3,15, третьего (верхнего) уступа - 2,39. С учетом дополнительной пригрузки, которую могут создать два самосвала «Белаз 7545», снаряженной массой 230 т., оказавшиеся в пределах одного уступа одновременно, коэффициент запаса устойчивости составляет первого (нижнего) уступа - 3,13, второго (среднего) - 3,14, третьего (верхнего) - 2,38.

Коэффициент запаса устойчивости всего борта по методу Терцаги определяется отношением суммы сил удерживающих к сумме сил сдвигающих, в пределах блоков, на которые был поделен борт. Ширина каждого блока равна величине 0,1 радиуса окружности, выбранной произвольно для построения предполагаемой плоскости скольжения. Таким образом, было выделено 7 блоков, коэффициент запаса устойчивости которых составил 2,58.

Также расчет запаса коэффициента устойчивости борта карьера с учетом возможной пригрузки, проводился исходя из условий, что в пределах каждого блока одновременно могут оказаться по два самосвала полностью загруженных. В этом случае коэффициент запаса устойчивости равен 2,66.

По результатам расчетов установлено, что существующий северный борт «Михайловского» карьера находится в стабильном состоянии и движение автомобильного транспорта может осуществляться в полной мере, не создавая угрозу оползания борта. Таким образом, возникновение аварийных ситуаций, способных существенно ухудшить геоэкологические условия района, не предвидятся.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АЭС «НОВОВОРОНЕЖСКАЯ-2»

*Маслова Н. А. (ВГУ, Воронеж),
научн. рук. Бочаров В. Л., проф., д.г.м.н.
(ВГУ, Воронеж)*

ECOLOGICAL-GEOLOGICAL CONDITIONS OF CONSTRUCTION OF NUCLEAR POWER PLANT "NOVOVORONEZH-2"

*Maslova N. A. (VSU, Voronezh),
scientific adviser Bocharov V. L., Prof., Dr. of Sc.
(VSU, Voronezh)*

В связи с выводом из эксплуатации первых четырех энергоблоков Нововоронежской АЭС энергосистема стала дефицитной по располагаемой мощности. Дефицит электроэнергии имеет тенденцию к возрастанию, так как по исчерпанию ресурса к 2020 году должен быть выведен из эксплуатации последний пятый энергоблок. Для покрытия складывающегося дефицита электрических мощностей в Воронежской энергосистеме начато строительство АЭС «Нововоронежская-2» мощностью 2400 МВт (2 энергоблока по 1200 МВт каждый). Основным назначением новой АЭС является производство электроэнергии и передача ее в энергосистему для замены выводимых из эксплуатации энергоблоков Нововоронежской АЭС. Помимо покрытия дефицита электрических мощностей рассматривается также возможность централизованного теплоснабжения г. Воронеж и г. Нововоронеж в количестве 2200 МВт.

Район размещения АЭС «Нововоронежская-2» располагается в Воронежской области в 28 км южнее областного центра – г. Воронеж. Территория строительства относится к Северному

Донскому гидрологическому району, где основной водной артерией является река Дон, на левом берегу которой расположена площадка для строительства АЭС «Нововоронежская-2». Площадка новой АЭС находится в непосредственной близости от промышленной площадки действующей Нововоронежской АЭС и в 3,2 км от г. Нововоронеж. Расстояние от береговой линии р. Дон до корпусов строящейся АЭС составляет 1,3 км.

В районе размещения АЭС «Нововоронежская-2» отмечена слабая закарстованность известняков, связанная с трещиноватостью и анизотропией прочностных свойств горных пород. Предусмотрены технические решения, обеспечивающие стабилизацию уровня грунтовых вод неоген-четвертичного водоносного комплекса, в том числе закрытие существующего водозабора «Промышленная зона», обеспечивающего существующую АЭС.

Результаты изысканий по сейсмотектонике и сейсмичности территории размещения новой АЭС привели к следующим выводам.

Площадки 1-го и 2-го энергоблоков расположены на цельном блоке, в пределах которого отсутствуют разрывные нарушения как в осадочном чехле, так и в кристаллическом фундаменте. Окончательные оценки сейсмичности территории для реальных условий составляют 6-7 баллов. Непосредственно под площадками 1-го и 2-го энергоблоков разведанных и перспективных полезных ископаемых нет. Отсутствуют также и подземные горные выработки.

Радиоактивные выбросы и выпадение из выбросов за время эксплуатации существующей АЭС не оказывали какого-либо существенного влияния на население, растительность и животный мир. Увеличение радиоактивного загрязнения прилегающей территории произошло в 1986 г. вследствие аварии на Чернобыльской АЭС: плотность загрязнения Cs-137 составила 0,8-1,0 Ки/км². Выпадение из выбросов действующей АЭС продуктов нейтронной активации (Со-58, Со-60, Мп-54) прослеживаются в радиусе до 12 км от атомной электростанции. Плотность загрязнения прилегающих к станции территорий «стационарными» радионуклидами превышает фоновую в 2-4 раза, что не приводит к дозовым нагрузкам на население выше допустимых; реальные дозовые нагрузки (проценты от допустимых) также статистически незначимы.

Источником технического водоснабжения является р. Дон. Водный баланс р. Дон с учетом всех потребностей подсчитан ис-

ходя из 95 % обеспеченности. Для покрытия дефицита воды предусмотрено создание дополнительной аккумулирующей емкости объемом 5 млн. м³ в пределах существующего водоема-охладителя 5-го энергоблока существующей АЭС.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ БУРОВОГО ШЛАМА МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Мех А.А. (НИ ТПУ, Томск), научн. рук. Азарова С.В. доцент, к.г.м.н. (НИ ТПУ, Томск)

EVALUATION OF DRILL CUTTINGS TOXICITY BY BIOTESTING METHODS

Mekn A.A. (NR TPU, Tomsk), scientific adviser Azarova S. V., Ph.D, Ass. Prof (NR TPU, Tomsk)

В процессе бурения нефтяных и газовых скважин образуется большое количество бурового шлама, который оказывает значительное токсическое воздействие на окружающую среду (Хаустов А.П., Редина М.М., 2006, Ю.И. Пиковский и др., 2015).

Состав бурового шлама весьма разнороден и зависит от геологических условий, технологического оформления процесса очистки бурового раствора (Булатов и др., 1997). Образующийся при бурении скважин буровой шлам может содержать до 7,5% нефти и до 15 % органических химических реагентов, применяемых в буровых растворах (Пиковский Ю.И. и др., 2015). Степень токсического действия БШ зависит от их состава и свойств, которые в значительной степени определяются характеристиками выбуренной горной породы (Крючков, Курапов, 2012).

Результаты тестирования БШ на водных тест-организмах свидетельствуют о неблагоприятном воздействии, которое устраняется 10-100-кратным разбавлением. Причиной гибели дафний могут стать тонкодисперсные взвеси – глины, являющиеся основным компонентом буровых растворов (А.П. Хаустова и М.М. Редина, 2006).

Нами было проведено исследование бурового шлама с Первомайского нефтяного месторождения Кargasокского района Томской области.

Характеристика БШ была получена с помощью расчетной

методики для выявления токсичности промышленных отходов «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» (Критерии..., 2001), на основании экспериментальных данных, полученных при количественном анализе выполненным методом атомно-эмиссионной спектрометрии с ИСП в лаборатории «Сетевой центр коллективного пользования ТПУ», лаборантом Костиковой Л.А. В данных критериях акцент ставится на подтверждение результатов, полученных расчетным методом, экспериментальным способом для малоопасных отходов, т.е. на применение методов биотестирования.

Биотестирование позволяет установить токсичность среды с помощью тест-объектов, которые сигнализируют об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов.

Для оценки интегральной токсичности БШ был применен метод биотестирования, где в качестве тест-объектов использовались водоросли хлореллы *Chlorella vulgaris Beijer* и плодовые мушки *Drosophila melanogaster*.

Метод оценки качества водной вытяжки отходов бурения с помощью *Chlorella vulgaris Beijer* применяли в соответствии с ПНД Ф Т 14.1:2.3.4.10-04 16.1:2.3.7-04. Методика на *D.melanogaster* была впервые применена автором для отходов бурения (на примере БШ). Результаты проведенных методов биотестирования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты биотестирования буровых шламов

Месторождение	Вид пробы	Класс опасности	Тест - объект	
			1	2
Первомайское	БШ	4	+	+

Примечание: 1 – *Chlorella vulgaris Beijer*, 2 - *Drosophila melanogaster*; + – наличие биологического влияния.

Также для исследуемой пробы были рассчитаны коэффициенты концентраций относительно кларка в земной коре по А.П. Виноградову и построен геохимический ряд, характеризующий отход производства: $As_{43,85} \rightarrow Pb_{24,66} \rightarrow Yb_{7,00} \rightarrow Cu_{1,74} \rightarrow Zn_{1,47} \rightarrow V_{1,42} \rightarrow Li_{1,38} \rightarrow Zr_{1,32} \rightarrow Be_{1,24} \rightarrow Co_{1,14} \rightarrow Mn_{1,08} \rightarrow Cr_{0,95} \rightarrow Ni_{0,93} \rightarrow Nb_{0,74} \rightarrow Fe_{0,71} \rightarrow Ti_{0,69} \rightarrow Al_{0,65} \rightarrow Sc_{0,56} \rightarrow Ca_{0,55} \rightarrow Sr_{0,43} \rightarrow K_{0,41} \rightarrow Ba_{0,36} \rightarrow Y_{0,32} \rightarrow Ta_{0,27}$

Проведенное исследование показало наличие в образцах бурового шлама высокого содержания элементов I и II класса опасности, таких как: As, Pb, Zn и Cu, концентрации которых во много раз превышали ПДК в почве. Буровой шлам с Первомайского месторождения является токсичным и оказывает биологическое влияния на исследуемые тест-объекты, такие как водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer и мушки *Drosophila melanogaster*.

РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ СХЕМ ПРОТИВООПОЛЗНЕВОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Минина М.В. (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва),
minina86@yandex.ru,
научн. рук. Королев В.А., проф., д.г.м.н. (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва), va-korolev@bk.ru**

Система инженерной защиты зданий и территорий от опасных экзогенных процессов рассматривается как часть более общей экологической защиты населения и инфраструктуры.

В настоящей работе рассматриваются вопросы обеспечения экологической безопасности, связанные с риском развития оползневых процессов. Исследования проводились на базе оценки функционирования ряда объектов инфраструктуры, возведенных к Зимним олимпийским играм 2014 года в долине р. Мзымта, отличающейся высокой степенью пораженности экзогенными геологическими процессами, в том числе оползневыми. Обосновываются принципы организации противооползневой инженерной защиты, которая обеспечивает стабильную и безопасную эксплуатацию инженерных сооружений и соответственно сохранность здоровья и жизни людей.

Основная идея обеспечения экологической безопасности в отношении оползней состоит в том, что разработка системы противооползневой защиты должна строиться на основе типовых схем, реализация которых с учетом метода аналогий позволит не снижая эффективности существенно уменьшить затраты на их разработку. При этом необходима реализация следующих шагов: 1) типизация оползней; 2) типизация литотехнических систем; 3) разработка типовых схем противооползневой защиты.

В соответствии с этим:

1) в ходе исследования были выделены основные типы оползней, которые получили наибольшее распространение в долине р. Мзымта. Выделенные оползни были охарактеризованы с учетом параметров (механизм смещения оползней, масштабность проявления (ширина и длина оползней), мощность оползневых отложений, геоморфологическая характеристика оползней, литологический состав пород, гидрогеологические условия (количество водоносных горизонтов и уровни их залегания), факторы оползнеобразования), которые необходимо учитывать при проектировании противооползневой инженерной защиты.

2) далее нами было оценено взаимодействие указанных типовых оползней с наиболее распространенными инженерными сооружениями, среди которых преобладают: 1) автомобильные дороги; 2) железные дороги; 3) опоры канатных дорог; 4) опоры мостовых переходов и эстакад; 5) отдельно стоящие постройки (жилые либо производственные здания, объекты различного назначения). Взаимодействие трех наиболее распространенных типов оползней (геологическая подсистема) и пяти типов наиболее распространенных инженерных сооружений (техническая подсистема) позволило выделить ряд литотехнических систем (ЛТС), принятых в качестве типовых. При подрезке либо пригрузке склонов вне оползней, в случае не проведения противооползневых защитных мероприятий, будет создана угроза нарушения целостности инженерного сооружения. Поэтому в данном случае является целесообразным выделение ЛТС с целью обоснования инженерной защиты. Кроме того, выделены подтипы ЛТС, в зависимости, во-первых, от расположения инженерного сооружения относительно оползневого склона (головная, центральная или языковая часть оползня) либо расположения инженерного сооружения относительно склона вне оползней с учетом уклона (верхняя часть полого или крутого склона, центральная часть полого или крутого склона, нижняя часть полого или крутого склона), во-вторых, от способа возведения инженерного сооружения (в выемке, на насыпи либо без рельефопреобразующих работ).

3) выполненная типизация является основой для дальнейшего обоснования типовых схем противооползневой защиты. При её разработке для каждой из типовых ЛТС должны учитываться следующие особенности, во-первых, геологической подсистемы (геометрические характеристики, уклон поверхности, литологиче-

ский состав оползней, факторы оползнеобразования и гидрогеологические условия), во-вторых, технической подсистемы (расположение относительно оползневого массива, способа возведения, характер и зона влияния).

Таким образом, обеспечение экологической безопасности при эксплуатации возведенных инженерных сооружений в схожих инженерно-геологических условиях возможно при применении типовых схем противооползневой инженерной защиты, базирующихся на типизации оползней и типизации соответствующих ЛТС.

ELABORATION OF A TEMPLATE LANDSLIDE PROTECTION FOR ENVIRONMENTAL SAFETY

Minina M.V. (Lomonosov MSU, Moscow), minina86@yandex.ru, scientific adviser Korolev V.A., Prof., Dr. of Sc. (Lomonosov MSU, Moscow), va-korolev@bk.ru

System of engineering protection of buildings and territories against dangerous exogenous processes is seen as part of a general environmental protection of the population and infrastructure.

In this paper we consider the issues of environmental safety associated with the risk of landslides. The studies were conducted on the basis of assessment of the functioning of a number of infrastructure facilities that were built for the Winter Olympic Games of 2014 in the Mzymta river valley. Mzymta distinguish with a high degree of prevalence of exogenous geological processes, including landslides. We substantiate the principles of the organization of landslide engineering protection, which ensures stable and safe operation of engineering structures and therefore the safety of human health and life.

The basic idea of environmental security in respect of landslides - the development of protection system should be based on typical schemes, implementation of which is based on analogy method will not reduce efficiency to significantly reduce development costs. It is necessary to implement the following steps: 1) typing landslides; 2) typing lithotechnical systems; 3) development of standard schemes of landslide protection.

According to this:

1) the study identified the main types of landslides that widespread mostly in the Mzymta river valley. Dedicated landslides have been characterized with parameters (mechanism of landslide dis-

placements, the magnitude of manifestation (the width and length of the landslide); thickness landslide deposits; geomorphological characteristics of landslides; lithological composition of the rocks, hydrogeological conditions (number of aquifers and the levels of their occurrence) landslides factors), that must be considered in the design of anti-engineering protection.

2) next, we evaluated the interaction of these typical landslides with the most common engineering structures, among which dominated: 1) roads; 2) railways; 3) support the cable cars; 4) feet of bridges and trestles; 5) detached buildings (residential or industrial buildings, various facilities). The interaction of the three most common types of landslides (geologic subsystem) and the five types of most common engineering structures (technical subsystem) has allowed to identify a number of lithotechnical systems (LTS), taken as a typical. In case of cutting or additional loading of slopes and absence of landslide protective measures, will create a threat of violation of the integrity of engineering structures. So, in this case, it is desirable for the LTS with the aim of substantiation of engineering protection. In addition, selected subtypes of LTS, based on, firstly, the location of engineering structures relative landslide slope (main, central, or language part of a landslide) or the location of engineering structures relative to the slope outside the landslide given the slope (upper part of the hollow or steep slope, the central part of the hollow or steep slope, the lower part of the hollow or steep slope), second, the method of construction of engineering structures (in the hollow, on the mound or without relief operations works).

3) completed typification is the basis for the further study model of landslide protection schemes. During the development of protection schemes for each of the LTS should be taken into account following characteristics of geological subsystems (geometric characteristics, surface slope, lithological composition of landslides, factors of landslides and hydrogeological conditions), and characteristics of the technical subsystem (location respecting to landslide, method of construction, nature and area of influence).

Thus, ensuring environmental safety in the operation of engineering structures constructed in similar geotechnical conditions is possible when using standard schemes of landslide engineering protection, based on the typification of landslides and typification of corresponding LTS

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИОТИЧЕСКИХ СРЕДАХ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ Г. КРОНШТАДТА

*Мишенкова И. Н., науч. рук. Куриленко В. В., проф. док. геол.-мин. наук (СПбГУ, Санкт-Петербург),
mishenkovain@gmail.com*

CHARACTERISTICS OF DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN BIOTIC ENVIRONMENTS WITHIN THE TOWN OF KRONSTADT

Mishenkova I. N., scientific adviser Kurilenko V. V., prof. Dr. of Sc. (SPSU, Saint-Petersburg)

Город Кронштадт представляет собой исторический, архитектурный и культурный памятник мирового значения, расположенный в Финском заливе Балтийского моря на острове Котлин. В настоящее время Кронштадт является крупнейшим морским торговым портом России с таможенной и промышленной инфраструктурами.

На большей части Кронштадта и прилегающих к нему территорий преобладает интенсивное техногенное воздействие, которое способствует активизации химического загрязнения компонентов природной среды.

Здоровье населения в условиях интенсивной техногенной нагрузки является важной составляющей при оценке экологического состояния компонентов природной среды. Одним из экологических показателей, используемых для такого рода оценки, могут быть сведения о содержании загрязнителей в органах и тканях человека. По данным разных исследователей, содержание таких химических элементов в различных органах и тканях человека может коррелировать с их уровнем в объектах окружающей среды. Наиболее информативным биосубстратом для целей биоиндикации степени загрязненности компонентов среды следует считать те ткани или органы, которые вовлечены в процессы депонирования и концентрирования элементов для дальнейшего функционального их использования. По мнению ряда авторов, состав волос может быть весьма показателен в качестве биоиндикатора у человека.

Целью работы является оценка загрязнения территории г. Кронштадта тяжелыми металлами на основе изучения состояния биотической компоненты среды.

В качестве биосубстрата были исследованы волосы детей, имеющих патологии дыхательной системы. Пробы волос для анализа отобраны у 19 детей возраста от 4 до 6 лет, проходящих лечение в СПб ГБУЗ Детский санаторий «Аврора» г. Кронштадта.

Небольшие пряди волос срезались и упаковывались в пакеты, при этом фиксировался пол ребенка, его возраст, место проживания на территории г. Кронштадта. Также были отобраны пробы волос у троих сотрудниц санатория.

Пробы волос отбирались с затылочной части головы. Волосы срезались от корней, длиной не более 3 см. Оптимальная навеска волос для анализа – 150–200 мг.

Пробоподготовка производилась методом кислотной минерализации. В качестве окислителей использовались концентрированные азотная кислота и перекись водорода. Основным методом анализа вещественного состава проб для определения содержания тяжелых металлов был метод атомной эмиссии. Анализ проводился на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ICPE-9000 (Shimadzu, Япония) в ресурсном центре Научного парка СПбГУ «Ресурсный Образовательный Центр по направлению химия».

Результаты исследования: В волосах детей г. Кронштадта наблюдается превышение значений нормального содержания эссенциальных (т. е. жизненно необходимых) элементов, а именно кобальта, хрома, железа и условно жизненно необходимого мышьяка. Содержание цинка в волосах в среднем находится ниже возрастной нормы. Также наблюдается превышение предельно допустимого содержания токсичных для человеческого организма металлов: алюминия, кадмия, ртути и свинца. Содержание макроэлементов (кальция, калия, магния и натрия) в волосах детей г. Кронштадта находится в пределах нормы. В результатах исследования волос взрослых людей, в целом, мы видим схожую картину с исследованиями детских биопроб волос.

Распределение детей по адресам их проживания на территории г. Кронштадта позволило разделить детей на 3 группы: проживающие в восточной части города, западной части центра города и проживающие в 19-м районе.

У детей, проживающих в восточной части города, выявлено

наиболее высокое содержание железа и алюминия, и наиболее низкое (ниже нормы) содержание цинка в волосах. У детей, проживающих в 19-ом районе, располагающимся рядом с кольцевой автодорогой, наблюдается повышенное содержание в волосах кобальта, стронция и свинца.

Таким образом, можно сказать что, загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами может влиять на здоровье населения этого района.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ ГИДРОМОРФНЫХ ЗВЕРОВЫХ СОЛОНЦОВ ДОЛИНЫ РЕКИ АЧИПСТА

*Moiseeva E.A. (МГУ, Москва) moiseeva-katya@bk.ru
научн. рук. Григорьева И.Ю., доц., к.г.-м.н. (МГУ, Москва)*

GEOLOGICAL BASIS OF ECOLOGY ROLE OF THE COLUMBIA RIVER VALLEY MINERAL LICKS

*Moiseeva E.A. (MSU, Moscow)
Scientific adviser Grigorieva I.Yu., ass.prof. PhD (MSU, Moscow)*

Зверовые солонцы представляют собой особый вид горных пород, обладающих набором полезных свойств, благодаря чему они активно употребляются в пищу животными. Гидроморфный вид солонцов связан с выходами на поверхность грунтовых вод, насыщенных различными солями. Это доказывает состоятельность гипотезы образования зверовых солонцов в результате химического выветривания. Являясь продуктами выветривания, зверовые солонцы принимают непосредственное участие в биогеохимических циклах микро- и макроэлементов в природе. Источниками такого цикла являются почвы (зверовые солонцы) и грунтовые воды. Микроэлементы, содержащиеся в солонцах, попадают в организм животных в роле ферментов, участвуя в биохимических реакциях в организме, а после вместе с продуктами жизнедеятельности возвращаются в почву.

Целью настоящей работы является обоснование геологической значимости изучения экологической роли зверовых со-

лонцов в Кавказском Государственном природном заповеднике. Для решения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи**: сбор информации о причинах образования и распространения зверовых солонцов, а также их свойствах; характеристика природных условий долины р. Ачипста; определение свойств зверовых солонцов.

Объектом настоящего исследования явилась долина р. Ачипста, приток р. Малая Лаба, которая находится в Кавказском Государственном биосферном заповеднике. В полевых условиях было проведено опробование почвенного горизонта и подземных вод.

Для проведения исследования были отобраны восемнадцать образцов почв (включая шесть фоновых образцов) с шести солонцов различного размера, а также четыре пробы воды. Для проб воды в полевых условиях были определены показатель рН, температура и минерализация. Воды пресные (минерализация 0,02-0,46 г/л), температура колеблется от 9 до 19 °С, а показатель рН колеблется от 8,1 до 8,8, что означает слабощелочную среду.

Гранулометрический состав образцов почвы был определен ареометрическим методом, названия грунтам дано по классификации В.В. Охотина. Был сделан вывод о преимущественно суглинистом составе образцов зверовых солонцов, а также супесчаном составе фоновых образцов.

Оценка валового содержания элементов была проведена рентгенофлуоресцентным методом. В результате были получены данные о содержании в изучаемых образцах микроэлементов и пороодообразующих оксидов. Среди пороодообразующих оксидов преобладают оксиды кремния, алюминия, железа, кальция и натрия; а среди микроэлементов наибольшие значения имеют хром, стронций, ванадий, кобальт, цинк и медь. Полученные данные подтверждают наличие биохимически важных элементов в солонцах, так как именно эти элементы необходимы организмам животных для их нормального функционирования.

Ферментативная активность была определена спектрофотометрическим методом. По классификации Д.Г.Звягинцева каталазная активность почв (фоновые и солонцы) очень бедная, образцы солонцов богаты фосфотазной активностью и очень богаты уреазной. Это объясняется тем, что для нормального пищеварения животным необходимы именно ферменты уреазы и фосфотазы (щелочная).

Таким образом, гидроморфные зверовые солонцы долины р.Ачипста обладают преимущественно суглинистым составом, в отличие от фоновых образцов, имеющих супесчаный состав. Преобладание в образцах биофильных элементов свидетельствует об участии солонцов в биохимическом круговороте элементов. Повышенные значения уреазной и фосфотазной активности обосновывают неотъемлемое значение зверовых солонцов на биохимические процессы в организме животных, а именно в процессе пищеварения. Образование зверовых солонцов в результате выветривания коренных горных пород обосновывает геологическую значимость изучения данного феномена.

МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ

Москвина В.С. (ТПУ, Томск), научн. рук. доцент Н.В. Кончакова (ТПУ, Томск)

METHOD FOR PROCESSING ENVIRONMENTALLY DANGEROUS BORING WASTES

Moskvina V.S. (TPU, Tomsk), scientific adviser, ass.prof. PhD Konchakova N.V. (TPU, Tomsk)

Процесс бурения скважин сопровождается применением материалов и химических реагентов различной степени экологической опасности. Основными объектами загрязнения при бурении скважин являются геологическая среда: гидросфера и литосфера, а также поверхностные воды и почвы. Источники загрязнения при бурении скважин можно условно разделить на постоянные и временные [1]. К первым относятся продукты фильтрации и утечки жидких отходов бурения из шламовых амбаров. Ко второй группе принадлежат источники временного действия — продукты, поглощаемые из бурового раствора при бурении; выбросы пластового флюида на дневную поверхность; загрязняющие вещества, попадающие в заколонное пространство за счет нарушения герметичности зацементированного ствола скважины. За счет межпластовых перетоков загрязняющие вещества попадают в подземные воды и литосферное пространство, а затопле-

ние территории месторождения вследствие паводка в период весеннего половодья или интенсивного таяния снегов приводит к загрязнению поверхностных вод и почв.

Наибольшую опасность для объектов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории месторождения. Они представлены широким спектром загрязнителей минеральной и органической природы, используемыми для приготовления и обработки буровых растворов.

Анализ образования отходов по Томской области показывает, что основной объем составляют производственные отходы бурения, относящиеся к IV классу опасности.

Одним из механизмов, стимулирующего снижения объемов образования отходов и экологического воздействия является внедрение технологий переработки отходов бурения, позволяющих, с одной стороны, снизить объемы потока отходов, направляемых на захоронение, а с другой, использовать отходы бурения вторично. Для этого должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

1. Разбавление исходного сырья (бурового шлама) природными песчаными грунтами.
2. Механическое преобразование бурового шлама путем смешения, связывания и придания аморфной композиции гранулометрической структуры грунтов;
3. Вывоз полученного материала к месту использования и применение получаемых минеральных грунтов в хозяйственном обороте или почвообразовательных процессах с исключением или минимизацией миграции остаточных загрязняющих веществ в окружающую среду до допустимых пределов.

Продукты процесса использования отходов бурения, после их преобразования, представляют собой измененный природный грунт. В соответствии с ГОСТ 30108-94 [2] полученный материал по радиационной безопасности относится к I - II классу строительных материалов, является взрывопожаробезопасным и не выделяет летучих токсичных веществ. Поэтому такой грунт может использоваться в качестве строительного материала.

Областями применения такого строительного материала могут стать земляные работы на основных и вспомогательных объектах инфраструктуры, а также использование для строительных и рекультивационных работ на территории месторождения.

Предполагаемые мероприятия рассматривают не только как технологию обезвреживания отходов со снижением класса опасности, но и для использования отходов бурения в получении строительных материалов и их дальнейшее использование на территории месторождений.

Литература

1. Быков И.Ю., Гуменюк Ф.С., Литвиенко В. И. Охрана окружающей среды при строительстве скважин. – М.: ВНИИОЭНГ, 1985. – 37 с.
2. ГОСТ 30108-94. Межгосударственный стандарт. Материалы и изделия строительные. – Введ.01.01.1995. – М.: Стандартинформ, 2007.- 11 с.

СИСТЕМО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД – ОСНОВА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ

Мясцова П.В. (Институт проблем нефти и газа РАН, Москва), eco_lab@ipng.ru, ms.polina.m.2014@mail.ru; научн. рук. Никонов А.И., зав. лаб. геоэкологии и проблем безопасности объектов нефтегазового комплекса, к.г.м.н., (Институт проблем нефти и газа РАН, Москва), eco_lab@ipng.ru

SYSTEM MAPPING APPROACH – GEOENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT AS A BASE OF SUBSURFACE

Myastsova P.V. (Oil and Gas RESEARCH INSTITUTE Russian Academy of Sciences, Moscow), eco_lab@ipng.ru, ms.polina.m.2014@mail.ru; scientific adviser Nikonov A.I., head of the laboratory of geoecology and safety issues in objects of oil and gas complex, Ph. D in geology and mineralogy (Oil and Gas RESEARCH INSTITUTE Russian Academy of Sciences Moscow), eco_lab@ipng.ru

Разработка карт геоэкологической оценки территорий природных и природно-техногенных объектов нефтегазового комплекса опиралась на научно-методологические принципы и идеи комплексного тематического картографирования, заложенные К.А. Салищевым, А.М. Берлянтом, А.Г. Исаченко, а также на до-

стижения в области геоинформационного картографирования А.М. Берлянта, Б.А. Новаковского, В.С. Тикунова, и других.

В качестве базового метода отображения и анализа эколого-ресурсной информации предложен картографический метод исследования, где карта выступает в двойной роли – в качестве средства исследования и как модель изучаемых явлений.

В целом картографический анализ строится по технологической схеме «инвентаризация – зонирование – оценка (включая прогноз ожидаемых последствий)».

На начальном этапе работ в рамках инвентаризации природных условий и особенностей антропогенной нагрузки, определяющих в целом экологическую ситуацию в данном районе, составляются базовые и базовые производные карты, представляющие основополагающую информацию общего содержания. Далее в целях функционального зонирования, т.е. выделения относительно однородных по природным особенностям и техногенной нагрузке участков, строятся специальные карты, обладающие разного рода прогнозной информацией. Наконец, заключительный этап комплексной оценки, включающей нормирование нагрузок, характеристики ожидаемого ущерба, рекомендации по Мониторингу, превентивным мероприятиям и др., сопровождается созданием итоговых карт.

Данный подход был реализован при построении комплекта сопряженных карт для оценки эколого-промышленной безопасности территории подземного хранилища газа (ПХГ).

Ретроспективный анализ процесса эксплуатации ПХГ показал, что геодинамические процессы, как палео-, так и современные играют определяющую роль в изменении устойчивости типов ландшафтов за счет смены зон накопления (аккумуляции) на зоны сноса и обуславливают значительные антропогенные изменения структуры земной поверхности.

Выявление зон разломов в пределах платформенных территорий на основе дешифрирования линейных элементов позволило определить динамику и направленность опасных экзогенных процессов, а, следовательно, оптимально спланировать систему природоохранных мероприятий и создать основу для экологического мониторинга природных процессов.

Геоэкологическую оценку ПХГ, с точки зрения авторов, целесообразно рассматривать с позиций слоисто-блоковой модели неоднородности осадочного чехла, адекватно отображающей за-

кономерности накопления и распределение вещества как в недрах, так и на земной поверхности, а в качестве базового метода моделирования использовать системно-сопряженное тематическое картографирование.

На локальном уровне элементы линеаментной тектоники отражаются как в структуре различных стратиграфических горизонтов, так и в особенностях земной поверхности (рельеф, почвы, растительность и др.).

На территории ПХГ аномальное и фоновое подпочвенное загрязнение углеводородами (в образцах с глубины 1 м) и гидрохимические аномалии по водоносным горизонтам также контролируются диагональной системой разломов.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МУРИНСКОГО ПАРКА (г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

*Навинкин А.П. (СПбГУ, Санкт-Петербург),
науч. рук. Подлипский И.И., ст. преп., к.г.-м.н. (СПбГУ, Санкт-Петербург),
Зеленковский П.С., доцент, к.г.-м.н. (СПбГУ, Санкт-Петербург)*

ECOLOGICAL-GEOLOGICAL ESTIMATION MURINSKY PARK (SAINT-PETERSBURG)

*Navinkin A.P. (SPbGU, Saint-Petersburg),
Scientific adviser Podlipsky I.I., ass. prof. PhD, Zelenkovsky P.S.,
ass. prof. PhD (SPbGU, Saint-Petersburg)*

Муринский парк, расположенный на правом берегу р. Невы, на территории Калининского и Выборгского р-нов, является молодым парком, хоть и решение о создании данной «зелёной» зоны было принято ещё в 80-х годах прошлого века, благоустройство закончили в конце 2000-х [1]. До этого в середине 20-го века здесь не было городской застройки и протекал похожий на малую реку Муринский ручей, однако под воздействием стремительной урбанизации в конце 60-х годов площадь ручья значительно уменьшилась, и территория преобразилась.

Целью работы является эколого-геологическая оценка территории части Муринского парка, ограниченного пр. Культуры,

Северным пр. и ул. Академика Байкова, методом геохимической съемки территории и акватории (донные отложения) Муринского ручья с целью описания литогеохимического поля (по содержанию тяжелых металлов – Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, Sr и Fe). Для достижения поставленной цели было отобрано 24 пробы донных отложений и 25 проб почво-грунтов, по сети не менее 25х25 м также был измерен водородный показатель (рН) (портативным рН-метром / милливольтметром («Аквилон» рН-410)) в 4-х точках, а также в одной были определены биотические индексы: Вудивисса и Майера.

Пробы после стандартной пробоподготовки подверглись рентгенофлуоресцентному анализу на приборе AP-104M в лаборатории кафедры экологической экологии (Институт наук о Земле, СПбГУ). Определялось содержание семи элементов: Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, Sr и Fe. Для донных отложений был рассчитан местный геохимический фон по стандартной методике [2] и был применён региональный норматив «Нормы и критерии оценки загрязнённости донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга», разработанный ОАО «Ленморниипроект» [3], для почв были посчитаны коэффициенты концентрации и суммарный показатель загрязнения.

Частота превышений фона для донных отложений по всем элементам примерно составляет 50%, а по региональному нормативу из 24-х проб донных отложений – 7 проб относятся ко второму классу, 2 пробы к третьему классу [3]. Частота превышений фона для грунтов для хрома, свинца и стронция – 100%, для цинка – 88%, меди – 92% и никеля – 76%. Категория загрязнения, согласно СанНиП 2.1.7.1287-03 (с изм.) [4] для 24-х проб – «допустимая», и только для одной – «умеренно-опасная».

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что загрязнения распределено неравномерно: донные отложения исследуемой территории в западной части участка относятся к классу II и классу III, также отложения в восточной части после «Северного» моста относятся к классу III, т.е отложения класса III только вывозить и хранить в отвалах либо перерабатывать. Основным загрязнителем этих групп точек пробоотбора является медь.

Что касается грунтов, основным поллютантом в центральной части обследуемого участка является цинк. И суммарный показатель загрязнения (Z_c) в данной точке >16, что соответствует «умеренно опасной» категории загрязнения.

Список литературы

1. Группа в контакте «Муринский ручей / Муринский парк» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vk.com/murariver>;
2. Подлипский И.И. Эколого-геологическая оценка парагенетических геохимических ассоциаций функциональных зон Санкт-Петербурга. / Инженерные изыскания. М., № 12, 2013, с. 46-52;
3. Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт Петербурга – региональный норматив разработан: ОАО «Ленморниипроект» по заказу Управления по охране окружающей среды мэрии Санкт-Петербурга;
4. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПин 2.1.7.1287-03. «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы».

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЫШЬЯКОМ ПИТЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ В РАЙОНЕ ТАНАДОНСКОГО АРСЕНОПИРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (БОЛЬШОЙ КАВКАЗ)

Парфенов А.В., мнс (ИГЕМ РАН, Москва), kvarcz@yandex.ru, научн. рук. Лебедев В.А., внс, к.г.-м.н. (ИГЕМ РАН, Москва)

THE PROBLEMS OF ARSENIC POLLUTION IN DRINKING WATER SOURCES WITHIN TANADON ARSENOPYRITE DEPOSIT (THE GREATER CAUCASUS)

Parfenov A.V., junior researcher (IGEM RAS, Moscow), kvarcz@yandex.ru, scientific adviser Lebedev V.A., leading researcher, PhD (IGEM RAS, Moscow)

Танадонское Au-арсенопиритовое месторождение расположено в горной части Северной Осетии в ущелье одного из истоков реки Урух - Танадон, на северном склоне горы Таймази. Оно было открыто в 1897-1900гг, и в последующие годы на нем периодически проводились разведочные работы и геохимическое опробование, по результатам которого месторождение было отнесено к категории средних с запасами золота 16 тонн по категории P2. Площадь Танадонского месторождения составляет около 22 км².

Вмещающими породами здесь являются метаморфические образования кти-тебердинской свиты палеозоя, а также карбоновые граниты уллукамского и белореченского комплексов. Во многих местах они прорваны юрскими интрузиями диабазов и габброидов (фиагдонский комплекс), а также многочисленными дайками и штоками андезитов-дацитов теплинского комплекса (плиоцен-эоплейстоцен). С внедрением последних связывается возникновение рудной минерализации, которая часто наложена на андезитовые тела. На Танадонском месторождении известно до 180 жил, зон, мелких точек с различными типами рудной минерализации. Наиболее богатыми на золото (до 14г/т) являются кварц-арсенопиритовые жилы. В ходе работ по изучению месторождения в разные годы было пройдено несколько разведочных штолен, разной протяженности.

Танадонское месторождение локализовано в одном из красивейших районов Северной Осетии – Горной Дигории, известной по всему миру и традиционно привлекательной для путешественников. Здесь, у подножья горы Кубус, в месте слияния рек Танадон и Харвес, образующих Урух, находится крупная рекреационная зона, включающая гостиницы и турбазы, альпинистские и детские лагеря, пользующиеся популярностью, как в зимний период, так и в летнее время. Притоку туристов способствует быстрое развитие инфраструктуры, появление новых баз отдыха и гостиниц разного уровня. Сюда приезжают тренироваться и набираться сил перед соревнованиями различные спортсмены, в том числе группы из детских спортивных школ и секций. В окружении турбаз проложены многочисленные горные маршруты разной степени сложности и протяженности. Для удобства гостей оборудованы удобные домики и корпуса, работают столовые. Воду для хозяйственных нужд и приготовления пищи они берут, как правило, из близлежащих источников и ручьев. В этом может таиться серьезная опасность.

Проблема заключается в том, что русла ручьев, из которых осуществляется водозабор для нужд баз отдыха, часто проходят сквозь отвалы породы, оставшиеся от проходки разведочных штолен на Танадонском месторождении. При взаимодействии с водой происходит окисление и разрушение сульфидов. Таким образом, в воду могут попадать такие смертельно опасные для людей компоненты, как мышьяк и тяжелые металлы. Обильные дож-

ди и таяние снегов также способствуют загрязнению воды, забираемой турбазами, и, как следствие, попаданию тяжелых металлов в пищу и организм их постояльцев и персонала, которые, таким образом находятся в группе риска.

Отравление мышьяком – это одно из страшнейших и тяжелейших заболеваний. Если он попадает в организм человека, то оказывает губительное воздействие на все внутренние органы. Попадая в желудочно-кишечный тракт, неорганические соединения мышьяка практически полностью усваиваются организмом. Отравление может быть острым и хроническим. Длительное потребление мышьяка с питьевой водой сопряжено с повышенным риском поражений кожи (в том числе с появлением злокачественных новообразований), артериальной гипертензии, сахарного диабета, поражений мелких артерий и различных злокачественных опухолей. При этом мышьяк постепенно накапливается в организме. Летальная доза для человека может составлять от 0.05 до 0.34г в зависимости от веса и общего состояния здоровья на момент интоксикации.

Для обеспечения безопасности людей следует в первую очередь провести полный химический анализ состава воды в различных источниках в районе рекреационной зоны у горы Кубус. Если обнаружится, что вода используемая турбазами заражена вредными компонентами, необходимо будет поменять источники водоснабжения на безопасные или наладить систему фильтрации. Следует включить постоянный мониторинг состава питьевой воды в этом регионе в программу развития туристического кластера в истоках р. Урух.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-05-00071а).

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ ПАЛЕОБИОЦЕНОЗОВ СЕВЕРНОГО УРАЛА В ПАЛЕОЗОЕ ПО ДАННЫМ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В РАЙОНЕ БАССЕЙНА Р. ИЛЫЧ

*Пархета И.И. («Университет «Дубна», Дубна)
Науч. рук. Архипова Е.В., доцент, к. г.-м. н.
 («Университет «Дубна», Дубна)*

ANALYSIS OF LIVING CONDITIONS OF PALAEOBIOCOENOSSES NORTHERN URALS IN THE PALEOZOIC ACCORDING TO FIELD OBSERVATIONS IN THE RIVER BASIN AREA OF ILYCH

*I.I. Parkheta («University «Dubna», Dubna)
Scientific adviser, Cand. Geol.-Min. Sci. E. V. Arkhipova
 («University «Dubna», Dubna)*

Данные по ископаемым органогенным постройкам и коралловым рифам используются как индикатор палеоэкологической и палеотектонической обстановок, поэтому выявление особенностей и причин их трансформации во времени дает ключ к реконструкции тектонических процессов и особенностей изменения условий окружающей среды в прошлом. Кроме того, рифы представляют собой классические коллекторы нефти и газа, поэтому изучение рифогенных образований также представляют особый практический интерес для геологов-нефтяников.

В данном докладе представляются данные собственных полевых исследований, проведенных в 2015 г. в долине р. Илыч (Троицко-Печорский р-н, Республика Коми).

В истории палеозойского карбонатонакопления современной территории Северного Урала выделяются 3 этапа рифообразования, обладающие характерными экологическими чертами, различающиеся по масштабам рифообразования, а так же являющиеся ответом рифостроящих организмов на изменения глобального колебания уровня моря, тектоническую эволюцию Печорской плиты.

Выделены три основных генетических типа карбонатных отложений. Самым распространенным типом таких отложений являются биогенные, образованные за счет скелетных остатков различных организмов. Механогенные породы представлены тонкослоистыми биокластовыми и био-литокластовыми известняками, которые имеют чисто динамические формы накоплений, материал которых вторичный, реликтовый, а не новообразованный. Хемогенные известняки были образованы за счет растворения (карстования) биогермных пород во время эпизодов субаэрального воздействия в условиях жаркого аридного климата.

Определена и описана палеофауна, а также относительный геологический возраст отложений: наутилоид рода *Protophragmo-*

ceras (O₂), строматопората *Ecclimadictyon robustum* Nestor (S₂ld), коралл *Favosites preplacentis* Dub.(D₁p- D₂ef), пугоза *Tryplasma* sp. (D₁p- D₂ef), *Gigantoproductus* cf. *striatosulcatus* (C₁sv), *Linoproductus laeivocostus* (C₁vz).

Представленные группы организмов вели прикрепленный донный образ жизни, исключение - головоногие, которые являются свободноплавающими организмами. Основными рифостроителями являются табулятоидеи и тетракораллы. Кораллы были особо требовательны к температурному и солевому режиму, а также к гидродинамическим условиям. Так, мелкий размер колоний кораллов в основании обнажения №144 говорит о неблагоприятных условиях для их роста, что возможно было связано с повышенной аккумуляцией пелоидного материала.

В целом, литологический состав пород и видовой состав палеофауны свидетельствует о том, что на территории Северного Урала во второй половине палеозоя существовала обстановка мелководного тропического моря.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В РАЙОНЕ АКТАШСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

Подлепина Д.М., Немченко Е.И.
(МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва),
научн. рук. *Липатникова О.А., н.с., к.г.-м.н.*
(МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва)

ESTIMATION OF SOIL POLLUTION OF THE AREA AKTASHSKOE MINING AND METALLURGICAL FACTORY (ALTAI REPUBLIC)

Nemchenko E.I., Podlepina D.M.
(Lomonosov Moscow State University),
Advisers: *r.a. Lipatnikova O.A.*
(Lomonosov Moscow State University)

В процессе эксплуатации химических заводов образуется огромное количество твердых отходов (огарки, шлаки, золы), которые складированы на больших площадях, оказывая негативное

влияние на почвенный покров. Важнейшее значение почв состоит в аккумуляровании органического вещества, различных химических элементов, а также энергии. Почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений.

Целью нашего исследования являлась оценка загрязнения микроэлементами почв в районе Акташского горно-металлургического предприятия (республика Алтай).

Полевой материал, используемый в работе, был отобран в июле 2015 года в составе совместной экспедиции со студентами и сотрудниками естественно-географического факультета Горно-Алтайского Государственного Университета. Всего 15 проб.

Валовое содержание микроэлементов (Mo, Sr, Pb, As, Zn, Hg, Cu, Ni, Mn, Cr, V, Ba) определяли рентгенофлуоресцентным анализом на кафедре геохимии геологического факультета МГУ с использованием портативного спектрометра Thermo Niton XL3t. Также были определены подвижные формы, представляющие интерес, так как они являются наиболее биодоступными. Для этого была сделана вытяжка ацетатно-аммонийным буфером с pH=4,8. Концентрацию микроэлементов в вытяжках измеряли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе ELEMENT 2 фирмы Thermo Finnigan. Все аналитические исследования проводились на кафедре геохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Полученные данные показывают, что валовые содержания всех изученных микроэлементов, за исключением мышьяка, ртути, молибдена и никеля не превышают фоновых значений (табл. 1). На основании значений коэффициентов концентрации химических элементов по отношению к фону K_c рассчитан показатель суммарного загрязнения Z_c , отображающий совместное воздействие химических элементов (для элементов с $K_c \geq 2$) в каждой точке опробования. В трех точках опробования значение Z_c находится в пределах от 80 до 120, попадая по ориентировочной оценочной шкале опасности загрязнения почв по Z_c [1] в категорию опасного загрязнения почв, в остальных – выше 180, на основании чего мы относим к категории чрезвычайно опасного загрязнения. Основной вклад в показатель суммарного загрязнения внесли ртуть и мышьяк. Эти элементы относятся к первому классу опасности, и могут оказывать значительное негативное воздействие на здоровье человека.

Затем были рассчитаны коэффициенты концентрации по отношению к ПДК/ОДК (табл.1) и на основании критерия оценки степени загрязнения почв неорганическими веществами [1] получено, что по мышьяку и ртути почвы относятся к категории очень сильно загрязненных, а по никелю – к сильно загрязненным.

Таблица 1

Элемент	C _ф мг/кг	C* мг/кг	K _c *	% проб с K _c ≥2	ПДК мг/кг	K _{пдк} *	% проб с C>ПДК
As (1)	0,40	$\frac{88-78}{84}$	$\frac{88-188}{187}$	100	2	$\frac{18-86}{27}$	100
Hg (1)	0,34	$\frac{8-126}{41}$	$\frac{28-272}{122}$	100	2,1	$\frac{4-60}{20}$	100
Mo (2)	1,2	$\frac{4,8-8,8}{8,8}$	$\frac{8,6-7,8}{1,8}$	100	—	—	—
Ni (2)	25,3	$\frac{88-86}{88}$	$\frac{1,8-8,4}{1,1}$	90	40	$\frac{0,8-1,1}{1,8}$	60

* - над чертой приведены минимальное и максимальное значения, под чертой – среднее.

Среди изученных микроэлементов ПДК подвижных форм есть только для Mn, Cu, Ni, Pb, Zn. Содержание подвижных форм марганца во всех пробах превышает ПДК подвижных форм в 2-8 раз. По остальным элементам превышения ПДК подвижных форм не получено.

Литература:

1. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. МУ 2.1.7.730-99. Москва. 1999.

ПОЧВЫ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ЛЕНА: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГО- ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

*Поляков В.И. (СПбГУ, Санкт-Петербург), науч. рук.
Абакумов Е.В., проф., д.б.н. (СПбГУ, Санкт-
Петербург), slavon6985@gmail.com*

SOIL LENA RIVER DELTA: FORMATION CONDITIONS, DIVERSITY AND ECO-GEOGRAPHICAL ASPECTS

*Polyakov V.I. (SPBU, Saint-Petersburg), scientific supervisor
Abakumov E.V., Dr. of Sc., (SPBU, Saint-Petersburg),
slavon6985@gmail.com*

Дельты крупных рек представляют собой особый тип экологических систем в которых происходит формирование почв в условиях, отличающихся от плакорных территорий. Почвообразование в дельтах тесно связано со взаимодействием речного стока, стока наносов, морского волнения, приливов и сгонно-нагонных течений, также дельты прорезаны разветвленной сетью рукавов и протоков. Дельта реки Лена одна из самых больших речных дельт в мире общей площадью 45 тыс.км². На ее территории действует Усть-Ленский заповедник и крупнейший российский биосферный резерват Лена-Дельта.

Климат тундры характеризуется небольшим количеством тепла, избыточной увлажненностью, длительной холодной зимой и коротким прохладным летом. Низкие температуры определяют слабую испаряемость и высокую влажность воздуха (75-90% летом). Характерная особенность зоны – многолетняя мерзлота. В короткое лето оттаивает лишь небольшой «деятельный» слой мерзлой толщи в котором и протекают активные биологические процессы. В дельтах рек наблюдается наибольшее оттаивание что позволяет здесь развиваться большому числу растительных видов.

Характерная особенность тундры – отсутствие леса. Здесь преобладают злаково-осоково-моховые ценозы, в понижениях рельефа – гипново-осоковые полигональные болота. Также растительный покров имеет несплошной характер («пятнистая тундра»). Дельта реки Лена характеризуется господством мохово-лишайниковой растительности. Моховые группировки преобладают на суглинистых, а лишайниковые – на грубоскелетных, каменистых почвах. Также нередко вблизи озер ледового происхождения мохово-лишайниковую растительность заменяют осоково-пушицевые группировки.

По теплым южным склонам на дренированных породах легкого механического состава и в долине реки встречаются участки

с травянистой растительностью (тундровые луговины и пойменные луга).

Эдафическое разнообразие в дельте Лены представлено несколькими отделами: стратоземы, торфяные, криотурбированные, альфегумусовые почвы.

Почвы тундровой зоны характеризуются большим поступлением органических остатков. В условиях криогенеза, в течение короткого лета, и непродолжительного вегетационного периода, происходит консервация органического вещества и формирование торфяных горизонтов. Происходит перемешивание почвенной массы и аккумуляция железистых новообразований на границе с ММП. Величины pH преимущественно представлены нейтральной (6.5-7.0) и слабощелочной (7.0-7.5) реакцией среды. Содержание углерода различно в зависимости от типа почвенного горизонта и меняется от 25% в гумусоаккумулятивных горизонтах, до 1-2% в горизонтах, подстилаемых ММП.

Таким образом, в дельте реки Лена под влиянием зональных явлений и влиянием деятельности реки образуются различные фитоценозы, к распространению которых приурочены различные экологические условия. Таким образом, в пойме развиваются пойменные луга с разнотравно-маково-злаковыми ценозами, на повышениях господствует мохово-лишайниковая растительность. Также регион имеет большое значение как кормовая база северного оленеводства. Основные пастбища расположены в полосе мохово-лишайниковых тундр, а также на галофитных приморских лугах. Лишайниковые тундры используются как зимние пастбища, а моховые и пойменные луга – как летние.

Тундровые ландшафты и тундровая растительность легко уязвимы к различного рода явлениям, антропогенное воздействие, изменение климата. Нарушенные территории медленно восстанавливаются, поэтому чтобы предотвратить разрушение столь уникальной экосистемы необходимо учитывать степень антропогенного воздействия.

Работа выполнена при поддержке РФФИ грант № 16-34-60010.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОСАДКОВ РЕК Г. СИБАЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Попова Е. А. (СПбГУ, Санкт-Петербург),
lena-popova-l@mail.ru*

*Научн. рук. Опекунов А. Ю., проф., д.г.-м.н.
(СПбГУ, Санкт-Петербург)*

POLLUTION OF BOTTOM SEDIMENTS UNDER THE INFLUENCE OF MINING INDUSTRY IN SIBAI

*Popova E. A. (SPSU, Saint Petersburg), scientific adviser
Opekunov A. Y., Prof., Dr. of Sc. (SPSU, Saint Petersburg)*

Для изучения влияния процессов добычи и обогащения полиметаллических руд на водные объекты были проведены исследования донных осадков рек г. Сибай (Республика Башкортостан). Город располагается в зоне геохимической аномалии (медно-колчеданная рудная зона), это обеспечивает возможность вести добычу руды в промышленных масштабах, что и осуществляется несколькими предприятиями. Они находятся в непосредственной близости от изучаемых рек и оказывают сильное влияние на состав вод и донных отложений. Отрицательные последствия их деятельности – загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами, которые проникают во все её компоненты из отвалов карьеров [1].

Объектами изучения являлись три реки, протекающие вблизи от города или непосредственно на его территории: Карагайлы, Камышлы-Узяк и Худолаз. Целью работы являлась сравнительная оценка экологического состояния рек г. Сибай и выявление основных факторов, оказывающих влияние на него. В процессе работы были выполнены следующие задачи: изучение объектов на местности, измерение параметров воды и отбор проб донных осадков, последующий анализ проб (определение концентраций и валового содержания тяжёлых металлов), сравнение полученных результатов для разных объектов, а также сравнение с содержанием элементов в предыдущие года и расчёт суммарного показателя загрязнения объектов. Для определения концентрации подвижных форм тяжёлых металлов (Fe, Ni, Cr, Cu, Zn,

Pb, Cd, Co, Mn) в пробах использовалась вытяжка ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8 [2]. Анализ содержания металлов (в мг/kg) проводился с помощью атомно-абсорбционного спектрометра с пламенной атомизацией образцов, валовое содержание элементов было проанализировано с использованием метода ИСП АЭС.

По результатам проведённых исследований можно сделать некоторые выводы. Например, подтвердилось прямое и косвенное влияние предприятий горнодобывающего комплекса на состояние реки Карагайлы. Кислотность, окислительно-восстановительный потенциал, содержание подвижных форм тяжёлых металлов – все эти параметры отличаются от таковых в объекте, в меньшей степени подвергнутом антропогенному воздействию (р. Камышлы-Узяк). В частности, сброс сточных вод с высокой щёлочностью приводит к образованию техногенного комплексного геохимического барьера в реке, что вызывает изменение в естественном ходе миграции металлов, а именно их осаждение.

Сравнение с концентрациями в прошлом показывает, что идёт валовое накопление металлов (в первую очередь рудных – Cu, Zn и Cd), но кардинальных изменений в относительном содержании подвижных форм нет, что говорит о том, что реки справляется с нагрузкой, сохраняя определённый баланс между переходом элементов в подвижную форму и осаждением. Расчёт показателя суммарного загрязнения показал, что уровень загрязнения реки Карагайлы чрезвычайно высок. Исследования на р. Худолаз выявили, что впадение реки Карагайлы изменяет химический состав её донных осадков (увеличивается относительное содержание подвижных форм почти всех металлов). Коэффициент суммарного загрязнения этой реки также очень высок.

Проведённые работы по изменению русел обеих рек также повлияли на их состояние. Состав осадков р. Камышлы-Узяк достаточно сильно отличается от р. Карагайлы, потому что на эту реку не влияют такие факторы как добыча руды, сброс подотвальных и сточных вод. В связи с этим уровень загрязнения этого объекта низкий. Одним из факторов воздействия на р. Камышлы-Узяк является протекание реки по г. Сибай со всеми сопутствующими последствиями, например, загрязнением бытовыми стоками.

Так как изучаемые объекты находятся в непосредственной близости от населённого пункта, важно продолжать исследования

на этой территории, чтобы проследить дальнейшее изменение экологической обстановки в зоне геохимической аномалии.

Литература

1. Мирзаев Г.Г., Иванов Б.А., Щербаков В.М. и др. Экология горного производства. Учебник для вузов. Москва: Недра, 1991.
2. Опекунова М.Г., Арестова И.Ю., Елсукова Е.Ю. Методы физико-химического анализа почв и растений СПб: Изд-во СПбГУ, 2002.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ RORA (USA) ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОДЗЕМНОГО СТОКА (НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ РЕК МОЛДОВЫ)

*Присакару Д.В. (ИГС АН Молдовы),
dumitru.prisacaru.92@mail.ru, научн. рук. Морару К.Е., зав. лаб.
Гидрогеологии, д.г.-м. н. (ИГС АН Молдовы, г. Кишинев)*

APPLICATION OF THE RORA SOFTWARE (USA) FOR GROUNDWATER RUNOFF ESTIMATION (SMALL RIVERS OF MOLDOVA CASE STUDY)

*Prisacaru D.V., (IGS, Academy of Sciences of Moldova, Chisinau),
scientific adviser Moraru C.E., Head of Laboratory of
Hydrogeology, Dr. of Sc. (IGS, Academy of Sciences of Moldova,
Chisinau) dumitru.prisacaru.92@mail.ru*

В настоящее время в гидрогеологии нет единого мнения и единой методологии оценки величины подземного стока. Важность данного вопроса определяется тем, что знания о подземном стоке позволяют оценивать естественные ресурсы подземных вод. Нами апробирована программа RORA, которая используется специалистами в США.

Программа RORA использует метод скользящей кривой рецессии (спада) на гидрографе реки с целью определения стока подземных вод. Для этого применяется ряд предварительных процедур, которые включают: выделение периодов спада подземного стока, идентификацию максимальных значений на гидрографе (пиков) и экстраполяцию данных с периодов рецессии до критического времени после максимумов (пиков). Аналитическое уравнение линейной экстраполяции имеет вид:

$$Q = Q_0 * 10^{(-6T/K)},$$

где Q – разгрузка подземных вод, m^3/c ; Q_0 – разгрузка подземных вод после максимума на гидрографе, m^3/c ; ΔT – период от критического времени до выделенного временного момента; K – индекс рецессии, определённый подпрограммой RECESS.

Для работы с программой RORA основными элементами послужили данные о мониторинге 34 малых рек Республики Молдова, из которых результаты по трем рекам представлены в табл.

Репрезентативные данные гидролого-гидрологических расчётов выполненные по программе RORA

Название реки	Площадь (км ²)	Интервал мониторинга	Кол-во пиков	Индекс (м ³ /с)
р. Чугур	168	1950-1990	1309	0.273
р. Рэут	7100	1958-1990	603	9.32
р. Лунга	370	1976-1990	454	0.18

В результате выполненных исследований выявлено следующее:

1. Программа RORA является эффективным методом оценки подземного стока с использованием данных многолетних суточных гидрологических наблюдений;
2. Полученные результаты статистически сопоставимы с результатами других традиционных методов;
3. Данные вычислений по репрезентативным рекам соответствует гидролого-гидрогеологическим и климатическим условиям исследуемой территории.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЙОНА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СОКОЛОВСКОЕ» С РАСЧЕТОМ ДОПУСТИМОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЕГО ПРЕДЕЛАХ

*Прищепенко Д.В. (СПбГУ, Санкт-Петербург),
diana.pr@inbox.ru,
научн. рук. Куриленко В.В., д.г.м.н., профессор
(СПбГУ, Санкт-Петербург)*

HYDROGEOLOGICAL MODELING OF THE DEPOSIT AREA “SOKOLOVSKY” AND THE CALCULATION OF GROUNDWATER CONTAMINATION

*Prishchepenko D.V. (SPbU, Saint-Petersburg), scientific advisers
Kurilenko V.V. (SPbU, Saint-Petersburg),*

Соколовское месторождение, расположенное в Свердловской области, является одним из крупнейших золоторудных месторождений на Северном Урале. Переработка окисленной руды на предприятии производится химическим методом - путем кучного выщелачивания.

Кучное выщелачивание прочно вошло в практику российской золотодобычи с 90-х годов прошлого века, что обусловлено высокой технико-экономической эффективностью данного метода, позволяющего вовлекать в производство виды сырья, ранее считавшиеся нерентабельными.

Актуальность экологических исследований в данной области определяется тем, что применение технологии кучного выщелачивания оказывает многоплановое воздействие на окружающую среду, в особенности на подземные воды, которые в изучаемом районе классифицируются как недостаточно защищенные. В первую очередь это обусловлено высокой токсичностью цианид-содержащих веществ, используемых в процессе извлечения полезного компонента. Защита подземных вод обеспечивается гидроизолирующими сооружениями под площадкой выщелачивания, однако полного предотвращения потерь продуктивных растворов из тела рудного штабеля не происходит. В результате инфильтрации сквозь основание рудного штабеля в водоносный горизонт поступают цианид-содержащие вещества.

Целью данной работы является гидрогеологическое моделирование участка месторождения и изучение распространения загрязненных потоков в водоносном пласте.

В результате была построена трехмерная модель водоносного комплекса района золоторудного месторождения Соколовское, отражающая основные гидрогеологические свойства изучаемого района. Были изучены ареолы распространения цианид-содержащих веществ в водоносном пласте в течение длительного периода эксплуатации объекта. По результатам численного

моделирования был сделан вывод, что недостатки противофильтрационных сооружений могут привести к масштабному загрязнению подземных и поверхностных вод в районе расположения объекта. К 2020 году содержание цианидов в водотоках, разгружающихся в протекающую вблизи реку высшей категории рыбохозяйственного водопользования, может в несколько раз превысить допустимые нормы, что представляет серьезную экологическую опасность.

В целях предотвращения дальнейшего загрязнения водоносного горизонта рекомендуется провести укрепление гидроизоляции основания рудных штабелей. Более предпочтительным решением проблемы является постройка новых противофильтрационных сооружений, учитывающих технологические особенности объекта кучного выщелачивания Соколовского месторождения и длительность его эксплуатации, с последующим переносом на них площадки кучного выщелачивания.

ЭКОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЧУВАШИИ: ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ

*Рахимов Т.М. (ЧГУ им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары),
chtfgi@mail.ru,*

*Михатайкина Е.Г. (ООО «НПиПГЭП «Геоинформсервис»,
г. Чебоксары),*

*научн. рук. Рахимов М.С., зам. руководителя, к.г.-м.н.
(Чувашский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», г. Чебоксары)*

Доклад содержит результаты экогеологического зонирования территории Чувашии: степень техногенной нагрузки на геологическую среду.

Работа выполнена исходя из гидрогеологических принципов зонирования территории для целей ведения государственного водного кадастра и на основе экогеологических методов оценки состояния окружающей среды.

Территория Чувашии включает два артезианских бассейна II порядка: Ветлужский (северная левобережная часть), Волго-Сурский (вся правобережная часть).

Гидрогеологические условия территории определяются рядом факторов: геоморфологический, климатический, структурно-тектонический, геологический, литолого-фациальный, характером неотектонических движений, и отличаются значительной сложностью.

На формирование подземных вод влияют антропогенные факторы: эксплуатация подземных водных объектов (месторождения), подпор Чебоксарского водохранилища и загрязнение грунтовых вод поверхностных отложений производственного, сельскохозяйственного и хозяйственно-бытового характера.

По условиям техногенной нагрузки Чувашия располагается в пределах групп Вятско-Ветлужская и Верхнеприволжская (бассейны регионального стока пластовых вод): 5 групп бассейнов местного стока безнапорно-субнапорных вод; в составе групп – 43 бассейна местного стока.

От общего фона резко отличается геоэкологическое состояние селитебно-промышленных зон Вурнар, Канаша (элементарные бассейны).

Выполнено районирование территории Чувашии по участкам (схематически). Индексы соответствуют гидрогеологической легенде карт Средне-Волжской серии (масштаб 1:200 000).

Оценка интенсивности техногенного воздействия на единицы районирования произведена по трём категориям в баллах: слабое (<10) - состояние грунтовых вод близко к естественному; среднее (10-20) - совместное изменение нескольких элементов грунтовых вод (водного баланса, загрязнение окружающей среды); высокое (> 20) - существуют значительные изменения в состоянии подземных вод.

При количестве баллов 10-20, участки приурочены к сельхозугодьям и сельским селитебным зонам; при количестве баллов >20 антропогенная нагрузка близка к предельным значениям (ухудшаются условия проживания населения, сокращается рекреационная ёмкость территории).

В целом, на территории Чувашии наиболее интенсивной эксплуатацией геологической среды отличаются бассейны местных стоков северных районов. Здесь сконцентрировано порядка 70% всей промышленности, а значит и её отходов, которые представляют собой очаги загрязнения подземных вод.

И даже во времена кризиса (спад производства) отмечен рост загрязнения геологической среды на территориях крупных

промышленных агломераций Чебоксары, Новочебоксарск (причины: износ оборудования, коммуникаций и т.д.).

Эксплуатация геологической среды в южных районах Чувашии не столь интенсивная.

Однако, это особое мнение Рахимова Т.М., в оценках по юго-восточной части Чувашии, не учитывается влияние на качество подземных вод, истощение их ресурсов, сотен бесхозных артезианских скважин (повышенный источник геоэкологической опасности); влияние горно-добывающего предприятия (шахта «Порецкая»); открытие новых месторождений подземных вод, например, Алатырского (водопотребители: ООО "Алатырская бумажная фабрика", др.).

Как вывод: отнесение участков территории к определенной категории антропогенного воздействия должно постоянно корректироваться; следует учитывать интенсивное экономическое развитие территории, качественное изменение промышленной технологии производства, геологическую изученность.

Далее целесообразно использовать комплексный анализ конечных карт природного и техногенного характера для исправления ошибок планирования, соответствия с текущими экономическими возможностями и природными особенностями района.

ECOLOGICAL ZONING TERRITORY OF CHUVASHIA: ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

*Rakhimov T.M. (Chuvash State University, Cheboksary),
chtfgi@mail.ru*

*Mihataykina E.G. (ООО "NPIGEP" Geoinformservis", Cheboksary),
scientific adviser Rakhimov M.S., deputy head, PhD
(Chuvash branch FBU "TFGI PFO", Cheboksary)*

The report contains the results of the ecological zoning of the Chuvash Republic: the degree of anthropogenic impact on the geological environment.

The work was based on the principles of hydrogeological zoning for the purposes of maintenance of the state water cadastre and based on eco-geological methods.

The Chuvashia area includes two artesian basin II order: Vet-

luzhsky (northern part of the left bank), Volga-Sura (the entire right-bank part).

Hydro-geological conditions of the territory are determined by several factors: geomorphological, climatic, structural-tectonic, geological, lithological and facies, the nature of neotectonic movements, and are characterized by considerable complexity.

The formation of groundwater affected by anthropogenic factors: the exploitation of underground water bodies (deposits), backwater Cheboksary Reservoir and groundwater pollution of surface deposits of industrial, agricultural and domestic nature.

Under the terms of anthropogenic impact Chuvashia is located within groups Vyatsko-Vetluzhskaya and Verhneprivolzhskaya (pools of regional flow of formation water): allocated 5 groups of basins of local non-pressure flow-subnapornyyh waters; in groups - 43 local runoffs basin.

From the general background is very different ecological condition of the residential and industrial zones settlements mountains. Kanash, pos. Vurnary (elementary pools).

Achieved zoning of Chuvashia into pieces (schematically); indexes from hydrogeological maps Legend Mid-Volga series (scale 1: 200 000).

Assessment of intensity of anthropogenic impact on the selected areas is made in three categories in points: weak (<10) - state of groundwater close to the natural; medium (10-20) - a joint changing several elements of the groundwater (water balance, pollution); high (> 20) - there are significant changes in the status of groundwater.

Number of points 10-20: are areas of agricultural land and rural residential areas; scores > 20, anthropogenic load close to the limit values (deteriorating living conditions of the population, reduced recreational capacity of the territory).

In general, in the territory of Chuvashia occurs is the most intensive exploitation of the geological environment in the basins of the local drains in the northern regions.

Here it is concentrated about 70% of the entire industry, and therefore its waste, which are hotbeds of pollution of groundwater.

And even in times of crisis (decline in production) marked increase in pollution of the geological environment in the territories of large industrial agglomerations Cheboksary, Novocheboksarsk (causes: deterioration of the equipment, communications, etc.).

Operation of the geological environment in southern Chuvashia is not as intense.

However, it is a special opinion Rakhimova T.M., in the estimates for the south-eastern part of the Chuvash Republic, is not considered the impact on groundwater quality, depletion of resources, hundreds of orphan artesian wells (elevated source geoenvironmental hazard); the impact of the mining enterprise (mine "Poretsky"); the discovery of new deposits of underground water, for example, Alatyrsky (water users: ООО "Alatyrsky paper factory", etc.).

As a conclusion: classification of areas of land to a certain category of human impact must be constantly adjusted; consideration should be given intensive economic development of the area, a qualitative change in industrial production technology, geological study.

In the future it is advisable to use a comprehensive analysis of the final maps of natural and man-made, to correct errors of planning, provide conformity with the current economic opportunities and natural features of the area.

ЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ НА ОСНОВЕ БРУСИТО-ГЛИНИСТЫХ СМЕСЕЙ

Романова И.В. (МГУ, Москва, romirv@mail.ru); научный руководитель: проф., д.г.-м.н. Королев В.А. (МГУ, Москва)

PROTECTING SCREENS BASED ON BRUCITE-CLAY MIXTURE

Romanova I.V. (MSU, Moscow); scientific advisor Korolev V.A. Prof. Dr. of Sc. (MSU, Moscow)

Одним из перспективных направлений в области защиты окружающей среды от загрязнений является использование защитных сорбционных экранов. На пути миграции элементов-токсикантов устраивается полупроницаемый сорбционный экран, поглощающий загрязнения, но пропускающий воду. В качестве материалов для таких экранов могут использоваться как природные материалы, так и синтетические. Среди природных, наиболее широкое распространение в барьерных технологиях нашел цеолит, а с середины 1990-х годов большое внимание начало уде-

ляться бруситу/ Многие исследователи отмечают аномально высокие величины сорбционной емкости брусита к тяжелым металлам и мышьяку. Однако, данные рознятся, что вызывает необходимость дальнейших исследований.

Одной из проблем в использовании безусловно эффективного брусита является то, что в России на данный момент он добывается всего на одном Кульдурском месторождении. Его запасы потенциально исчерпаемы, что приводит исследователей к мысли о смешивании бруситового порошка с местным глинистым сырьем. Так было установлено, что смешивание брусита с глинистыми грунтами каолинит и иллит-каолинитового состава повышает их сорбционную емкость настолько, что становится возможным их использование в защитных технологиях (Королев и др., 2016).

Исследования сорбционной емкости рассматриваемых смесей проводились нами в стационарных условиях. В качестве элемента-загрязнителя была выбрана медь, поскольку все литературные данные свидетельствуют о том, что поглощательная способность брусита наиболее велика именно по отношению к ионам Cu^{2+} . В качестве компонентов сорбционного экрана нами рассматривались: 1) порошкообразный брусит, 2) гранулированный брусит, 3) моренный суглинок, отобранный с глубины 7 метров в Москве; 4) смесь порошкообразного брусита и рассматриваемого суглинка. Определение сорбционной ёмкости смесей проводилось колориметрическим методом на приборе «УНИФОТ-ЛЮМ 8С-420». Было проведено две серии экспериментов, при этом, аликвоту раствора из каждой системы «сорбент-сорбат» отбирали дважды и анализировали отдельно.

После этого рассчитывали величину сорбционной емкости грунта. В таблице 1 приведены данные о сорбционной емкости каждой разности сорбента по отношению к иону меди из растворов с концентрацией меди 80 г/л.

Сорбционная емкость исследуемых грунтов по отношению к меди, мг/г

Грунт	Сорбционная емкость, мг/г
брусит	175,02
суглинок моренный	29,07
смесь брусита и моренного суглинка	108,89
гранулированный брусит	142,33

Таким образом, на основании проведенных опытов можно заключить, что смешение брусита с местными глинистыми грунтами, не обладающими большой сорбционной емкостью, позволяет использовать их в качестве материала для защитных экранов, поскольку их сорбционная емкость увеличивается в разы. Так, помимо защитных целей, можно решить проблему утилизации невостребованного грунта.

Литература

Королев В.А., Самарин Е.Н., Панфилов В.А., Романова И.В. Сорбционные свойства брусита и глинистых смесей на его основе // Экология и промышленность России. — 2016. — № 1. — С. 18–24.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ГРЭС-2 Г. ТОМСКА)

Самохина Н.П. (НИ ТПУ, Томск) *samokhina_np@mail.ru*, **Филимо-
ненко Е.А.** (НИ ТПУ, Томск) *filimonenkoea@mail.ru*, **научн.
рук. Таловская А.В.**, **доцент, к.г.-м.н.** (НИ ТПУ, Томск)

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL MONITORING OF SUSPENDED PARTICLES IN THE VICINITY OF THERMAL POWER PLANT (ON THE EXAMPLE OF GRES-2, TOMSK)

Samokhina N.P. (TPU, Tomsk) *samokhina_np@mail.ru*,
Filimonenko E.A. (TPU, Tomsk) *filimonenkoea@mail.ru*, **scientific
adviser. Talovskaya A.V.**, **associate professor, PhD**
(TPU, Tomsk)

В городе Томске одним из главных источников взвешенных частиц является расположенная в центре города государственная районная теплоэлектростанция (ГРЭС-2), использующая в качестве топлива уголь Кузнецкого бассейна (~ 40%) и природный газ (~ 60%).

В конце зимних сезонов с 2009 по 2016 гг. выполнялся маршрутный отбор снеговых проб в зоне воздействия ГРЭС-2 г. Томска по векторной сети в северо-восточном направлении на рас-

стоянии 0,7; 1,0; 1,3; 1,6 и 2,0 км от труб. Отбор проб и пробоподготовка осуществлялась согласно нормативным методикам. Предметом исследования являлась нерастворимая фаза снега. Общее количество проб за 8 лет – 50. Для аналитических исследований проб был применен инструментальный нейтронно-активационный анализ (ядерно-геохимическая лаборатория в МИНОЦ «Урановая геология», НИ ТПУ, г. Томск; аналитики Судыко А.Ф., Богутская Л.В.), а также метод лазерной гранулометрии (НОЦ Нанотехнологии, ДФВУ, г. Владивосток; консультант д.б.н. Голохваст К.С.; к.б.н., Чайка В.В.).

Анализ многолетних данных показал устойчивое снижение величины пылевой нагрузки в среднем от 155 до 25 мг/м² в сут, при фоне 7 мг/м² в сут. С одной стороны, снижение величины пылевого загрязнения обусловлено реконструкцией пылегазоулавливающего оборудования, проведенной в 2010-2011 гг. С другой стороны, свое влияние оказало изменение структуры розы ветров в зимние сезоны: в 2012/13, 2013/14 гг. сократилась доля юго-западных ветров, при этом увеличилась повторяемость южных ветров.

Согласно работам [1, 2, 4] главным фактором воздействия пылевого загрязнения на здоровье населения является размер пылевых взвешенных частиц, наиболее опасны частицы с диаметром менее 2,5 мкм. В связи с этим, в 2016 году был определен гранулометрический состав пылевых частиц взвешенных в атмосферном воздухе в окрестностях ГРЭС-2. Полученные результаты свидетельствуют о неоднородной размерности атмосферных частиц в изученных пробах. Нами были выявлены как наиболее опасные частицы размерами менее 10 мкм, так и более крупные частицы размерами до 2 мм. Мелкодисперсная фракция (от 2 до 10 мкм) обнаружена в пробе, отобранной неподалеку от открытого склада угля ГРЭС-2. В остальных пробах преобладают наименее опасные частицы размером более 100 мкм (вплоть до 2 мм).

Расчет суммарного показателя загрязнения территории показал, что в течение всего периода исследования, значения соответствуют средней и высокой степеням загрязнения территории согласно нормативной градации [3]. Такие элементы как As, Tb, Yb, Zn, La, Ta, Sm, Ce, Th, U вносят наибольший вклад в суммарный показатель загрязнения. Концентрации данных элементов из года в год сохраняют высокие уровни превышения фоновых концентраций (в среднем от 6 до 30 раз).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (16-45-700184p_a); гранта ВР Exploration Operating Company Limited и Фонда Михаила Прохорова (проект «Академическая мобильность»).

Литература:

1. Голохваст К.С. Нано- и микроразмерные частицы атмосферных взвесей и их экологический эффект (на примере городов юга Дальнего Востока: дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2014. – 310 с.
2. Кацнельсон, Б.А. Пневмоконозы: патогенез и биологическая профилактика / Б.А. Кацнельсон, О.Г. Алексеева, Л.И. Привалова, Е.В. Ползик. - Екатеринбург, 1995. - 326 с.
3. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Driscoll, K.E. Cytokine and growth factor release by alveolar macrophages: potential biomarkers of pulmonary toxicity / K.E. Driscoll, J.K. Maurer // Toxicol Pathol. - 1991. - №19 (4). - P. 398-405.

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА
ТЕРРИТОРИИ ДЕНИСОВСКОГО УГОЛЬНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЯКУТИЯ)**

Сошникова А.С., (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва), alyona-soshnikova@yandex.ru
научн. рук. Харьковина М.А., доцент, к.г.-м.н.,
(МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)

**ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL SITUATION OF THE
TERRITORY OF THE DENISOVSKY COAL DEPOSIT
(YAKUTIA)**

Soshnikova A.S. (MSU, Moscow), alyona-soshnikova@yandex.ru
Scientific adviser Kharkina M.A., associate professor, candidate
of geologo-mineralogical sciences, (MSU, Moscow)

Объектом изучения являлась территория Денисовского месторождения, расположенного в юго-восточной части Алдано-Чульманского угленосного района, в 35-40 км от г.Нерюнгри (Республика Саха Якутия), где добывают уголь открытым и подземным способом. Открытым способом уголь добывали с 1991 г. по 2009 г. в восточной части месторождения. Карьерная выемка

имела длину около 1,5 км, глубину около 30 м. Отвалы высотой 25 м размещались внутри выемки. С 2009 года уголь начали добывать подземным способом. Источником техногенного воздействия на территории Денисовского угольного месторождения являются отвалы вскрышных пород, сбросы сточных вод.

Для проведения эколого-геохимического исследования были отобраны 11 образцов грунтов и 3 пробы растительности. Почти все отобранные пробы грунтов были сильногравийными, а в составе рыхлых фракций доминируют песчаные и супесчаные разновидности. Преобладают кислые пробы (рН < 5,5). Таким образом, при оценке уровня загрязнения почв металлами по утвержденным ОДК используются самые низкие значения (песчаные/супесчаные или кислые суглинистые почвы).

Оценка валового содержания элементов проведена рентгенофлуоресцентным методом (табл.). По результатам исследований выявлено превышение над фоном Cd, Zn, Cu, Co, V, Rb, Sc и Ni, причем Zn, Cd отнесены к первой категории опасности химических элементов (согласно ГОСТ 17.4.1.02-83). Концентрации ТМ, превышающие фоновые значения, в таблице выделены жирным шрифтом.

Валовое содержание элементов в грунтах на территории Денисовского месторождения

Элементы	Точки опробования грунтов										
	фон	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Ba	<u>0,03</u>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
Cr	<u>117,7</u>	76,3	106,8	116,7	44,6	132,2	173,2	172,8	114,9	65,7	215,2
Cs	<u>1,7</u>	2,6	2,5	2,3	1,8	2,4	2,4	2,8	2,7	2,9	3,1
Rb	<u>74,8</u>	81,3	83,4	103,3	84,4	98,7	103,1	95,8	88,3	95,3	86,6
Sc	<u>5,5</u>	10,0	9,7	18,0	8,9	12,0	12,1	11,6	12,3	12,2	12,9
Sr	<u>445,1</u>	602,9	618,4	471,8	425,7	478,2	348,3	360,2	315,1	284,2	314,7
V	<u>66,3</u>	83,9	77,2	91,0	74,9	107,0	113,6	100,4	121,9	99,2	112,5
Co	<u>44,3</u>	113,4	113,8	168,7	48,9	96,8	92,4	173,8	151,5	246,8	273,9
Cu	<u>52,3</u>	75,0	78,5	119,7	50,5	72,7	139,7	172,8	122,1	164,5	135,2
Mo	<u>3,9</u>	4,4	4,7	5,3	4,5	4,7	5,4	5,6	5,0	5,2	5,0
Ni	<u>69,1</u>	78,6	80,4	101,5	70,0	80,4	75,9	87,4	74,5	87,3	81,9
Zn	<u>150,7</u>	191,5	208,7	254,0	187,0	180,1	156,4	183,4	199,4	220,4	243,5
Cd	<u>0,2</u>	0,9	0,8	3,7	0,8	0,2	0,5	0,6	0,3	0,4	0,4

Тяжелые металлы, попавшие в почву в результате техногенного воздействия промышленных объектов, сразу поступают в природный миграционный процесс. Некоторая часть подвижных форм закрепляется почвенными органо-минеральными сорбентами, какая-то часть усваивается растительностью.

Таким образом, в результате деятельности угледобывающего предприятия разрушена сложившаяся экосистема. Эколого-геохимическая обстановка территории Денисовского угольного месторождения отнесена к категории условно удовлетворительного состояния.

АНАЛИЗ АГРЕССИВНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Стромова Н.А. (ВГУ, Воронеж), nino4ka2424@gmail.com
научн. рук. Пасмарнова С.П., доцент, к.г.н.
(ВГУ, Воронеж)*

THE ANALYSIS OF AGGRESSIVE PROPERTIES OF GROUND WATERS IN THE TERRITORY OF THE CENTRAL PART OF THE TAMBOV REGION

*Stromova N.A. (VSU, Voronezh), nino4ka2424@gmail.com
scientific adviser Pasmarnova S.P., reader, candidate of geology
(VSU, Voronezh)*

Одним из факторов осложнения условий строительства является агрессивность подземных вод. В связи с этим, автором был проведен анализ агрессивных свойств грунтовых вод на территории центральной части Тамбовской области (в пределах Тамбовского, Сосновского и Рассказовского районов).

На рассматриваемой территории грунтовые воды приурочены к аллювиальным, ледниковым, флювиогляциальным и лесовидным отложениям четвертичного возраста.

По химическому составу грунтовые воды на исследуемой территории преимущественно гидрокарбонатные, кальциевые. В долинах рек встречаются воды сульфатно-гидрокарбонатные и смешанного состава.

В результате систематизации химических анализов подземных вод, полученных в процессе проведения среднемасштабной инженерно-геологической съемки, было установлено, что грунтовые воды изучаемого района обладают общекислотной, сульфатной и агрессивностью выщелачивания по отношению к бетону.

Сульфатная агрессия определяется содержанием сульфат-ионов. Содержание сульфатов на рассматриваемой территории преимущественно составляет 10 - 60 мг/дм³. Участки подземных вод, с повышенной концентрацией сульфат - иона >250 мг/дм³, а следовательно обладающие сульфатной агрессивностью, отмечаются в долине р.Цна(в нижнем течении). Где происходит восходящая фильтрация хлоридно-сульфатных вод из глубоких горизонтов в вышелегающие. Аномально высокие концентрации сульфатов, связанные с техногенной деятельностью, они отмечены в северо-восточной части г. Тамбов. Так в районе прудов-накопителей сточных вод промышленных предприятий по наблюдательным скважинам в водах средне-верхнечетвертичного аллювиального горизонта содержание сульфатов достигает 1000 мг/дм³

Агрессивность выщелачивания обусловлена низкими концентрациями гидрокарбонат иона. Концентрации гидрокарбонат-иона в грунтовых водах рассматриваемой территории варьируют в пределах 50-915 мг/дм³. Автором было выделено несколько участков, где содержание гидрокарбонат - иона не превышает 1,4 ммоль/дм³. Следует отметить, что содержание гидрокарбонат - иона зависит от величины рН, поэтому на некоторых участках (севернее поселка Рассказово и восточнее поселка Черкино) грунтовые воды обладают как общекислотной, так и агрессивностью выщелачивания.

Общекислотная агрессия обусловлена высокими концентрациями водорода, который вытесняет из минералов бетона другие катионы. В результате проведенных исследований участки, где значения рН<6,5 были выделены в долинах рек Керша и Хмелина. Не смотря на то, что сведения о химическом составе болотного горизонта отсутствуют, зоны распространения подземных вод указанного горизонта, отмечены как обладающие общекислотной агрессивностью т.к. здесь происходят биохимические процессы, снижающие рН воды.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что участки где грунтовые воды обладают агрессивными свойствами по отношению к бетонным конструкциям

расположены фрагментарно, причем большинство из них находятся в населенных пунктах, поэтому в случае проектирования здесь зданий и сооружений необходимо использовать защитные мероприятия. Так для защиты бетона и повышения его долговечности следует применять первичную и вторичную защиту. К методам первичной защиты относится введение различных модифицирующих добавок. К методам вторичной защиты относится нанесение различных защитных покрытий.

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ КИСЛЫХ ШАХТНЫХ ВОД КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

**Сухорукова С. О. (РУДН, Москва),
suhorukova.svetlana@gmail.com
науч.рук. Огородникова Е.Н., доцент, к. г.м.н.,
(РУДН, Москва)**

THE NEUTRALIZATION OF ACIDIC MINE WATER OF THE KIZEL COAL BASIN

**Sukhorukova O. S. (PFUR, Moscow),
suhorukova.svetlana@gmail.com
Scientific adviser Ogorodnikova E. N., associate Prof.,
Candidate of geo.-min.sc. (PFUR, Moscow)**

Особенностью Кизеловского угольного бассейна, расположенного на территории Пермского края, является образование кислых шахтных вод с высоким содержанием микроэлементов. [1]

Ввиду прорыва водоносного горизонта, находящегося выше угленосной толщи, слабощелочные и нейтральные подземные воды трансформировались в кислые шахтные воды из-за серной кислоты, которая образуется при окислении пирита. Образовавшаяся серная кислота оказывает сильное растворяющее воздействие на сульфиды, включая пирит, а сульфат окисного железа выступает в качестве окислителя пирита. [2,3]

Лабораторный метод нейтрализации шахтных вод основан на добавлении 5% известкового раствора в пробы кислых шахтных вод.

Предварительными исследованиями для шахтной воды г. Гремячинска было установлено оптимальное количество добавляемого известкового раствора в смеси. Полученные данные показали, что добавки известкового раствора при концентрации 2500 мг/л CaO достаточно для нейтрализации кислотности. В таблице 1 приводятся значения pH шахтных вод, пробы которых были отобраны на других шахтах Кизеловского угольного бассейна. Следует отметить, что объем известкового раствора был выбран, исходя из предыдущего опыта.

По результатам экспериментальных исследований было выявлено, что наиболее эффективно произведена нейтрализация шахтных вод с шахты им. Ленина, исходный водородный показатель pH=3. Шахтные воды г. Гремячинска характеризуются слабокислой средой, pH = 5. По данным таблицы 1 видно, что при увеличении концентрации CaO в шахтной воде показатель pH = 12. Концентрация CaO 2000мг/л является пороговой, так как при большем увеличении дозы CaO показатель pH не изменяется.

Таблица 1. Изменение pH шахтных вод при добавлении известкового молока

Места отбора проб	Исходный pH	№№ проб				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
I	5	10	11	11	12	12
II	3	4	4	5	5	5
III	5	5	5,5	7	8	10,5
IV	3	4,5	5	6	7,5	12

Примечание. I – шахтные воды г. Гремячинск, II – шахтные воды г. Губаха, III – Шахта им 40-летия ВЛКСМ, IV - Шахта им. Ленина.

Кислые (pH = 3) шахтные воды г. Губахи нейтрализуются (pH = 7) при концентрации CaO = 1000 мг/л. Добавление известкового раствора в шахтные воды шахты им. 40-летия ВЛКСМ, а также шахты им. Ленина был получен спектр изменения водородного показателя от исходного (слабокислого, кислого) до максимального (щелочного). При концентрации CaO 740 мг/л в шахтных водах шахты им. 40-летия ВЛКСМ, водородный показатель меняется со слабокислого - нейтрального на щелочной. Аналогичная тенденция прослеживается при нейтрализации шахтных вод им. Ленина. Ввиду исходной кислой среды (pH = 3) концентрация, до-

бавляемого известкового молока возрастает до 5000 мг/л.

Результаты проведенных исследований и динамики процесса нейтрализации определяют необходимость изучения состава контактного раствора и образовавшегося осадка после декантации, что позволит оценить эффективность предлагаемого метода нейтрализации кислых вод Кизеловского угольного бассейна.

Литература

1. Блинов С.М., Швалев В.Н. Метод улучшения экологической ситуации в районах складирования отвалов угольных шахт // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Материалы Четвертых Всероссийских научных чтений памяти ильменского минеролога В.О. Полякова. – Мисс, 2003. – С. 89 – 92.
2. Государственный доклад: Состояние и охрана окружающей среды Пермской области в 2001 году. – Пермь, 2002. – 190 с.
3. Имайкин А.К., Имайкин К.К. Гидрологические условия КУБ во время и после окончания его эксплуатации, прогноз их изменений. Монография, ПГНИУ, 2013. – 112 с.: ил.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ИЗ-ЗА АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В АРКТИКЕ ПРИ ИХ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ТАНКЕРАМИ

*Тарасенко Д.А. (СПбГУ, Санкт-Петербург)
научн. рук. доцент Третьяков В. Ю. доцент, к.г.н.,
(СПбГУ, ААНИИ, Санкт-Петербург)*

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE DUE TO SPILLS OF HYDROCARBONS IN THE ARCTIC DURING ITS TRANSPORTATION BY TANKERS

*Tarasenko D. A. (SPbU, Saint-Petersburg),
scientific adviser associate prof. Tretyakov V. Yu., PhD,
(SPbU, AARI, Saint-Petersburg)*

Освоение новых нефтяных и газовых месторождений на российском арктическом шельфе и в северных районах страны неизбежно ведут к увеличению интенсивности судоходства в Арктике. Наличие ледяного покрова существенно повышает риск аварий судов, и, как следствие, загрязнения окружающей среды.

При разработке превентивных мероприятий важным этапом является оценка вероятности наступления аварийной ситуации и ожидаемого экологического ущерба, нанесенного в результате аварийных разливов за время эксплуатации морских транспортных систем.

В рамках данной работы автором выполнен ряд численных экспериментов в компьютерной модели оценки вероятности наступления аварийной ситуации, разработанной научным руководителем, к.г.н. Третьяковым В. Ю.. Модель позволяет определить число ожидаемых аварийных ситуаций за период эксплуатации морской транспортной системы. В модели учитывается одна причина аварий – статическое взаимодействие корпуса судна с ледовым покровом при сжатиях дрейфующих льдов. Аварийная ситуация в модели происходит, если при сжатии судна прочность его корпуса в районе цилиндрической вставки оказывается меньше прочности льда. Прочность корпуса рассчитывается в соответствии с Правилами Российского Морского регистра в зависимости от водоизмещения судна. Прочность льда рассчитывается на основании ряда параметров, значения которых определяются с помощью генератора случайных чисел и задаваемых пользователем статистических распределений этих параметров. (Третьяков, Фролов, 2008).

В качестве объекта исследования выступил регион наиболее сложных для транспортировки условий - Карское море, что в связи с повышенным интересом нефтегазовой индустрии к данному региону достаточно актуально в настоящее время.

В соответствии с поставленной целью – оценка экологического ущерба вызванного возможными разливами углеводородов при авариях танкеров по маршруту Сабетта – Мурманск – Карские ворота, были решены следующие задачи:

- Подготовка статистических распределений задаваемых параметров компьютерной модели оценки вероятности аварийной ситуации, вызванной сжатиями дрейфующих льдов
- Выполнение комплекса численных экспериментов с моделью
- Оценка вероятности возникновения аварийных ситуаций, основанная на статистическом моделировании методом Монте-Карло
- Расчет экологического ущерба, причиняемого экосистеме Карского моря в результате аварийной ситуации

Вероятность наступления аварийной ситуации при транспортировке углеводородов по маршруту «Мурманск - порт Сабет-

та» танкерами типа «Штурман Альбанов» в зимние месяцы в случае средних ледовых условий 23 аварии на 1000 плаваний.

В случае 25-летней эксплуатации морской транспортной системы с перевозкой углеводородов танкерами типа «Штурман Альбанов» ущерб в зимние месяцы со средними ледовыми условиями составит 150 млрд. рублей.

Оценка величины ущерба позволяет определять рентабельность перевозок углеводородного сырья, планировать возможные варианты страхования и должна входить в состав целевой функции при стратегическом планировании добычи и транспортировки углеводородов в Российской Арктике.

ГОРОДСКИЕ ПОЧВЫ АРКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Тарасова А.А. (СПбГУ, Санкт-Петербург), Алексеев И.И. (СПбГУ, Санкт-Петербург), науч. рук. Абакумов Е.В., проф., д.б.н. (СПбГУ, Санкт-Петербург), alina-tarasovaa@mail.ru

URBAN SOILS OF THE ARCTIC IN VARIOUS LITHOLOGICAL CONDITIONS

Tarasova A.A. (SPBU, Saint Petersburg), Alekseev I.I. (SPBU, Saint Petersburg), scientific supervisor Abakumov E.V., Dr. of Sc., (SPBU, Saint Petersburg), alina-tarasovaa@mail.ru

Проблема почвообразования в городских экосистемах изучалась ранее многими исследователями. На примере Санкт-Петербурга изучали особенности почвообразования и функционирования почв в городских экосистемах. Эколого-генетические особенности почв городских экосистем исследовали на примере Ленинского района Москвы. В Нижнем Новгороде занимались экологической оценкой загрязненных почв урбанизированных территорий и промышленных зон. В городе Ревда, типичном промышленном городе Среднего Урала, Мещеряков исследовал экологические условия почвообразования и особенности формирования гумусовых веществ в различных типах городских почв. Также в Якутске занимались эколого-геохимической оценкой почв территории данного населенного пункта.

Антропогенная нагрузка является одним из наиболее значимых факторов воздействия на окружающую среду. Антропоген-

ный фактор оказывает сильное воздействие на свойства и пространственную динамику почвенного покрова. В пределах населенных пунктов почвы сильно трансформированы. В таких условиях часто формируются новые почвоподобные тела, не имеющие аналогов в естественной среде.

К настоящему времени почвенный покров полярных регионов остается слабо изученным. Почвы таких крупных заполярных городов как Мурманск и Салехард ранее исследовались в плане изучения таксономического и функционального разнообразия. В связи с этим изучение антропогенной трансформации почвенного покрова в полярных условиях представляет особый интерес.

Оба города находятся на границе лесотундровой и тундровой зон. Салехард находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, Мурманск в зоне распространения элювиальных и массивно-кристаллических почвообразующих пород, мерзлота имеет спорадическое распространение.

Установлено, что в районе города Салехард влияние многолетнемерзлых пород сказывается на процессах криогенного обмена, превращения и перемещения вещества и энергии в почвах. В городских почвах реализуется специфическая совокупность элементарных и частных почвенных физических, химических и биологических процессов – педокриогенез. Для почв в черте города Салехард характерно преобладание почв типа Подзолов, подстилаемых породами легкого гранулометрического состава (древние приобские пески смешанного золотого и аллювиального генезиса). Почвенный покров окрестностей города Салехард характеризуется большей выраженностью процессов контактного надмерзлотного оглеения и криогенного массообмена.

В пределах города Мурманск на песчано-супесчаных щебнистых породах формируются почвы типа Подбуров. Профиль этих почв состоит из подстилочно-торфяного горизонта, иногда с существенной примесью грубогумусового материала, альфегумусового горизонта, постепенно переходящего в почвообразующую породу (типичный профиль **O-BHF-BC-C**). В альфегумусовом горизонте наблюдается накопление подвижного органического вещества. Подбуры приурочены к мелкозёмисто-обломочным продуктам разрушения магматических и метаморфических пород и полиминеральным пескам. На менее щебнистых почвообразующих породах образуются торфяно-подбуры и глееземы. Таким образом, почвы города Мурманск преимущественно сезоннопромерзающими урбо-естественными вариантами с кислой реакцией среды и легким гранулометрическим составом.

При этом не наблюдается признаков криогенеза в пределах изученных профилей.

Исследование поддержано грантом Президента РФ для молодых докторов наук № МД-3615.2015.4, грантом РФФИ 16-34-60010 и правительством Ямало-Ненецкого автономного округа.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ Г. КИШИНЕВА (МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

*Тимошенкова А. Н. (ИГС АН Молдовы, г. Кишинев),
atimoshencova@gmail.com,
научн. рук. Морару К.Е., д. г.-м. н.
(ИГС АН Молдовы, г. Кишинев)*

GEOINFORMATION SYSTEM OF GROUND WATER CONDITION FOR THE TERRITORY OF CHISINAU CITY (METHODOLOGICAL ASPECTS)

*Timosencova Anastasia Nikolaevna, (IGS, Academy of Sciences
of Moldova, Chisinau), atimoshencova@gmail.com,
scientific adviser Moraru C.E., Dr. of Sc.
(IGS, Academy of Sciences of Moldova, Chisinau)*

В условиях урбанизированных территорий применение ГИС в гидрогеологии становится особенно полезным и важным инструментом для научного исследования и управления водными ресурсами, поскольку может служить мощнейшим средством по обработке гидрогеологических данных, решать сложнейшие аналитические задачи в области моделирования процессов в подземной среде и выступать в роли неотъемлемого инструмента при принятии мониторинговых решений.

В ходе изучения качественного состояния грунтовых вод г.Кишинева основными методами явились: аналитический, картографический и другие методы обработки данных в ГИС, среди которых применялись геоинформационные системы ArcGIS 9.3 (ArcMap, ArcView, ArcCatalog) и Surfer 11, метод численного физи-

ко-химического моделирования (при помощи программного комплекса HydroGeo) и др.

Основными этапами разработки ГИС для грунтовых вод г.Кишинева являлись:

1) *Проведение анализа состояния и использования ГИС в гидрогеологии.* Было выявлено, что в настоящее время в мире не существует единой методологии применения ГИС, а также средств обработки гидрогеологической информации. ГИС в гидрогеологии используется в зависимости от изученности территории, конкретного программного обеспечения и квалификации персонала.

2) *Изучение физико-географических и геолого-гидрогеологических условий г. Кишинева,* как репрезентативного примера для грунтовых вод урбанизированных территорий. Собраны, уточнены и дополнены гидрогеологические данные по грунтовым водам г.Кишинева.

3) *Создание информационной основы состояния грунтовых вод.* Впервые была разработана база данных качественного состояния грунтовых вод города с учетом химического состава воды, физико – химических параметров и географического местоположения. Было отобрано 85 источников, в состав которых входят 20 нисходящих и восходящих родников, имеющих естественную разгрузку в пределах города, и 65 колодцев глубиной не менее 10 м. Дан детальный анализ пространственных, мета- и семантических данных.

4) *Формирование и описание структуры ГИС для грунтовых вод города.* Были построены гидрогеохимические карты грунтовых вод, проведено численное физико-химическое моделирование системы взаимодействия вода-порода в рамках использования геоинформационной базы данных.

Результаты комплексного подхода к исследованию грунтовых вод г. Кишинева позволяют сделать вывод, что настоящее состояние грунтовых вод не позволяет применять их для питьевого водоснабжения, более 80% опробованных источников не соответствуют нормативам для питьевых вод. Геостатистические обобщения и картографическое представление выделили главным фактором в формировании грунтовых вод антропогенную нагрузку.

Применение геоинформационных технологий в процессе исследований способствовало структурированной и эффективной обработке собранных гидрогеологических данных, их более точному анализу и выделению областей гидрогеохимических полей.

Методы электронной картографии позволяют расширить базу данных и в дальнейшем сформировать ГИС не только для грунтовых вод г. Кишинэу, но и для глубоких артезианских вод.

Для целенаправленной организации охраны подземных вод от загрязнения необходимо разработать и внедрить в практику городскую ГИС с планированием мониторинговой сети скважин и использовать современные методики слежения за уровнем режимом и качеством подземных вод. Это особенно актуально в зонах крупных водозаборов межпластовых вод, которые взаимосвязаны с грунтовыми водами.

О НЕГАТИВНОМ ВЛИЯНИИ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД В ШАХТИНСКОМ УГЛЕНОСНОМ РАЙОНЕ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

Торопова Е.С., Борисова В.Е. (Южно-Российский государственный политехнический университет имен М. И. Платова, г. Новочеркасск), e-mail: toropova_e.s@mail.ru

Научный руководитель Гавришин А.И., профессор, доктор геолого-минералогических наук, академик РАН (Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И.Платова, г. Новочеркасск)

ON THE NEGATIVE INFLUENCE CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER IN SHAKHTINSK COAL-BEARING AREA OF THE EASTERN DONBASS

Toropova E.S., Borisova V. E. (Platov South-Russian state polytechnical university, Novocheerkassk), e-mail: toropova_e.s@mail.ru

Research supervisor Gavrishin A.I., professor, doctor of geological and mineralogical sciences (Platov South-Russian state polytechnical university, Novocheerkassk)

Длительное функционирование в Восточном Донбассе угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов привели к

многочисленным негативным последствиям в состоянии гидрогеологической среды региона.

В последнее столетие окружающая среда Восточного Донбасса подверглась интенсивному антропогенному влиянию, которое значительно изменяет природный энерго – массоперенос, что связано с деятельностью угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов. Особенно интенсивно потоки загрязнения формируются в природных водах, например, в 60-е годы из угольных шахт региона откачивалось 55 млн.м³/год вод, а в 2009 г объемом шахтных вод, несмотря на закрытие большинства шахт, составил 85 млн. м³.

По результатам исследований установлены четыре главных направления в формировании химического состава шахтных вод. Первое направление связано с образованием кислых сульфатных вод (рН до 3,0) с высоким содержанием Fe, Mn, Al, Cu и обусловлено интенсивным развитием процессов окисления серы, содержащихся в углях и вмещающих породах.

Второе геохимическое направление характеризуется формированием хлоридно-сульфатных нейтральных вод, в незначительной степени обогащенных Fe и Mn.

Третье геохимическое направление характеризуется изменением состава шахтных вод при отработке глубоких шахтных горизонтов, фиксирует преобразования гидрокарбонатно-сульфатных вод в сульфатно-хлоридные.

По четвертому геохимическому направлению формирования химического состава шахтных вод образуются оригинальные содовые гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые воды.

В данной работе изучены основные закономерности и факторы формирования химического состава грунтовых вод каменноугольных отложений по результатам 277 источников и колодцев за 20-летний период (50-60-е годы 20го столетия), когда угледобывающая промышленность интенсивно развивалась. И по результатам 233 анализов вод из скважин и колодцев, опробованных в 2007-2009гг, когда большинство угольных шахт были ликвидированы.

При закрытии шахт еще более обострились проблемы охраны водных объектов от загрязнения, и ряд других факторов, связанных с негативным влиянием на природные водные ресурсы. В связи с затоплением шахт процесс загрязнения подземных водоносных горизонтов является практически необратимым, и в данном случае лишь усиливается. Так с 1950 по 2009 год минера-

лизация в среднем увеличилась с 1,6 до 2,3 г/л и это связано, прежде всего, с увеличением содержаний SO_4 (до 2,8), Cl (до 1,7) и Na (до 1,3 г/л).

Массовая ликвидация угледобывающих шахт привела к 2007-2009 гг к тому что, гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые воды сменились на хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые, и доля вод, отнесенных к потокам загрязнения, повысилась с 55 до 90%. Назрела необходимость проведения широких реабилитационных мероприятий и строительства очистных сооружений в регионе.

ОЦЕНКА ОБЛАСТИ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ «САЛАРЬЕВО» НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

*Трофимова Ю.В., tyv1607@gmail.com, научн. рук.
Расторгуев А.В., доц., к.т.н.
(МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва)*

SALAREVO LANDFILL: AREA OF INFLUENCE ON GROUNDWATER

*Trofimova Y.V., tyv1607@gmail.com, scientific adviser
Rastorguev A.V., associate professor, PhD
(Lomonosov Moscow State University, Moscow)*

Полигон твёрдых промышленных и бытовых отходов «Саларьево» находится в поселении Московский, вблизи д. Саларьево. Полигон твёрдых промышленных и бытовых отходов был организован в 1963 году на месте отработанного месторождения покровных суглинков, в карьере глубиной 1-3 м. Площадь 60 га, средняя мощность насыпи составляет 50 м. В 2007 году полигон был закрыт и начаты работы по его рекультивации. Полигон ТПБО «Саларьево» является полигоном 2 класса [1].

Территория расположения полигона находится в пределах Теплостанской возвышенности, которая относится к Москворецко-Окской наклонной равнине. Рельеф рассматриваемого участка характеризуется уклоном с востока на запад.

Гидрографическая сеть развита слабо. Основными водотоками, протекающими в изучаемом районе, является р. Сетунь и

р. Сосенка и их притоки. Непосредственно около полигона находятся ручей Саларьевский и бассейн-отстойник.

В геологическом строении участка до глубины исследования принимают участие юрские, меловые и четвертичные комплексы. Отложения верхнеюрского возраста перекрываются терригенными раннемеловыми породами. Четвертичные отложения развиты повсеместно. Это ледниковые, флювиогляциальные, озерно-ледниковые отложения нижнего, среднего и верхнего отделов. Современный отдел четвертичной системы – это аллювиальные пески поймы, болотные отложения и техногенные отложения.

Территория полигона «Саларьево» тяготеет к южному крылу Московского артезианского бассейна. В пределах глубины изучения подземные воды приурочены к отложениям четвертичной и меловой систем, в составе которых выделяются четвертичный и надюрский водоносные комплексы.

Загрязнение водной среды в районе расположения исследуемого участка обусловлено поступлением веществ-загрязнителей из «тела» полигона. Техногенные воды (фильтрат) формируются в «теле» полигона в результате разложения отходов в присутствии атмосферных осадков. Фильтрат представляет собой минерализованные воды хлоридно-гидрокарбонатного типа с повышенным содержанием целого ряда компонентов. Фильтрат от полигона содержит в основном промежуточные и конечные продукты процессов разложения компонентов отходов. На степень загрязнённости сточных вод оказывает влияние также состав отходов [2].

Воды четвертичного водоносного комплекса характеризуются повышенным содержанием нефтепродуктов, общего железа, никеля, марганца. Основными веществами, превышающими ПДК, для надюрского водоносного комплекса являются нефтепродукты, марганец и общее железо.

Загрязнение подземных вод происходит при распространении фильтрата в плане и по вертикали. Для определения области распространения загрязнения разработана трехмерная численная модель, с помощью которой были решены задачи геофильтрации и геомиграции. При решении геофильтрационной задачи уточнялись значения коэффициентов фильтрации и инфильтрационного питания. При решении геомиграционной задачи использовался консервативный подход, в качестве мигранта был выбран хлорид-ион, который не разлагается и не сорбируется, тем самым показывая максимальное распространение загрязнения подземных вод фильтратом.

Литература

1. ТСН 30-308-2002 Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твёрдых бытовых отходов в Московской области
2. Потапов П.А., Пупырев Е.И., Потапов А.Д. Методы локализации и обработки фильтрата полигонов захоронения. – М.: Изд-во АСВ, 2004

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРЕВРАЩЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НЕФТЕПОДОБНОЕ СОЕДИНЕНИЕ В ЛИТОСФЕРНЫХ РЕАКТОРАХ

Тырганова А.А. (ТПУ, г.Томск), научн.рук. доцент Н.В. Кончакова (ТПУ, г.Томск)

POSSIBILITY OF TRANSFORMING ORGANIC MATTER INTO OIL-LIKE COMPOUNDS IN THE LITHOSPHERIC REACTORS

Tyrganova A.A. (TPU, Tomsk), scientific adviser, assistant professor, Konchakova N.V. (TPU, Tomsk)

С каждым годом численность населения нашей планеты неуклонно возрастает, в связи с чем повышается степень негативного воздействия на биосферу. Основными причинами этого являются: массовая добыча полезных ископаемых и природных вод, заготовка растительной и животной продукции, мелиорация земель, строительство и т.д. Такие процессы ведут к росту накопления производственных и коммунальных отходов, которые существенно загрязняют природную среду. Двадцатый век положил начало росту энергопотребления на всей планете, что неуклонно приводит к сокращению природных энергоресурсов. Поэтому уже сейчас необходимо проводить поиск и разработку принципиально новых методов освоения углеводородного сырья [1].

Опираясь на научную концепцию профессора А.Е. Воробьева по техногенному воспроизводству твёрдых рудных минеральных ресурсов, были выявлены основные механизмы и процессы контролируемого воспроизводства рудного сырья и нефти [1]. Полезная утилизация сегодня рассматривается в качестве основного источника для синтеза искусственной нефти. В качестве примера можно рассмотреть синтез нефтеподобных соединений из органических веществ в специальных литосферных реакторах.

Генерация нефти в значительной мере контролируется первоначальным составом органических веществ [2].

Источниками техногенных углеродсодержащих соединений являются городские и промышленные стоки. Объектом исследования были выбраны сточные воды г. Томск, которые состоят из сточных вод промышленных предприятий и сточных вод городской канализации [3]. В составе сточных вод содержится большое количество органических веществ, а также нефтепродуктов. Органические вещества в городских сточных водах представлены широким их спектром, таких как белки, углеводы, жиры и т.д. В процессах техногенного нефтеобразования чрезвычайно важна роль вмещающих пород. Почвы Томской области содержат до 31,8% доли торфяников России.

Преобразование органического вещества в литосферных условиях в нефтеподобное соединение является весьма сложным технологическим процессом. На начальном этапе необходимо проводить насыщение исходного вещества водородом в объёмном содержании до 8-12%, после чего проводить гидрогенизацию, то есть под давлением при повышенной температуре молекулярный водород воздействует на органические вещества с использованием некоторых катализаторов. В итоге органические вещества поддаются деструкции, до соединений по фракционному и химическому составу идентичному природной нефти. Однако в процессе генерации нефти наблюдается образование нежелательных ароматических углеводородов и гетероатомных соединений, для борьбы с которыми необходимо затрачивать на процесс генерации дополнительную энергию с целью более полной деструкции органического вещества. Для этого используют микроорганизмы, благодаря которым происходит более полная деструкция органических веществ [4].

Таким образом, показана новая возможность генерации нефти из сточных вод в литосферных реакторах.

Список литературы:

1. Воробьев А.Е., Балыхин Г.А., Гладуш А.Д. Техногенное воспроизводство углеводородного сырья в литосфере: факторы, механизмы и перспективы. - М.: «Учеба» МИСиС, 2003.
2. Воробьев А.Е., Балыхин Г.А., Гладуш А.Д. Техногенное воспроизводство нефти и горючего газа в литосфере: концепция, принципы и механизмы. - М.: «Учеба» МИСиС, 2005. 334 с.
3. Воробьев А.Е., Балыхин Г.А., Гладуш А.Д. Основы техногенного

воспроизводства нефти, горючего газа и угля в литосфере. - М.: РУДН, 2006. 334 с.

4. Базовая модель литосферного реактора промышленного синтеза нефти Режим доступа: <http://www.mining-media.ru/ru/article/newtech/1100-bazovaya-model-litosfernogo-reaktorapromyshlennogo-sinteza-nefti>

УДК 624.131.3; 622:51-7

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН (НА ПРИМЕРЕ ШАХТНЫХ КОТЕЛЬНЫХ)

**Урузбиева А.Г. (Национальный исследовательский технический университет «МИСиС» Горный институт, Москва), arina99991@mail.ru
научн. рук. Коликов К.С. проф., д.т.н. (Национальный исследовательский технический университет «МИСиС» Горный институт, Москва)**

GEOECOLOGICAL MONITORING OF INDUSTRIAL ZONES (FOR EXAMPLE, MINE BOILERS)

**Uruzbiyeva A. G. (National University of Science and Technology "MISIS" Mining Institute, Moscow),
scientific adviser Kolikov K. S., Professor, Ph. D.
(National University of Science and Technology "MISIS" Mining Institute, Moscow)**

Один из методов мониторинга экологической информации это приведение интегральных или критериальных зависимостей к обобщенной функции зависящей от комплекса параметров и с учетом форм их распределения в пространстве прилегающему к источнику загрязнения окружающей среды (шахтной котельной):

$$F = Q[\Psi(g_1), \Psi(g_2), \dots, \Psi(g_n)], \quad (1)$$

где F – обобщенная функция антропогенной нагрузки;

$\Psi(g_i)$ – закономерность изменения в пространстве параметра g_i .

Зачастую, имея данные показателей антропогенного воздействия на окружающую среду (выбросы и сбросы загрязняющих веществ – абсолютные и относительные значения), данные реак-

ции экосистемы на антропогенную нагрузку (динамика популяций зообентоса, биомасса, видовое разнообразие зоо- и фитобентоса) а так же типы зон на которые оказывается влияние источником загрязнения (промышленные зоны, селитебные и переходные зоны) достаточно сложно выделить сильную корреляционную связь между определенными показателями антропогенной нагрузки и снижением устойчивости развития экологической системы. Ведь зная конкретный тип антропогенной нагрузки наиболее сильно снижающий устойчивость ЭС – логично нейтрализовать именно его влияние. Причем показатель техногенной нагрузки с наиболее высоким абсолютным значением (или наиболее высоким значением превышения ПДК) – вовсе не обязательно может являться определяющим фактором устойчивости ЭС. Выявление именно таких показателей антропогенной нагрузки – и есть цель оптимизации обобщенной функции антропогенной нагрузки (1).

Неоспоримым преимуществом введения обобщенных функций является их комплексность и универсальность, позволяющая учитывать различные комбинации показателей техногенной нагрузки ПТС на окружающую среду. Данный метод целесообразно использовать для мониторинга и моделирования геоэкологического состояния сложных объектов нефтегазодобывающего комплекса, природно-технических систем, анализа экологических рисков, оценки эффективности экологической стратегии объекта.

Список литературы:

1. Ческидов В.В. Инженерно-геологическое обеспечение управления состоянием массивов горных пород на оползнеопасных территориях // Горная промышленность. - 2015. - № 1 (119). - С. 84.
2. Ческидов В.В. Перспективы использования САПР при инженерно-геологических изысканиях на открытых горных разработках // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 11. С. 355-361.
3. Шитиков В. К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Г. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти, ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
4. Цейтлин Е.М. Исследование, оценка и оптимизация уровня экологической безопасности окружающей среды в условиях горного производства: Автореферат диссертации на соискание ученой степени геол.-мин. наук. Екатеринбург. – Уральский государственный горный университет (УГГУ). – 2013. – 194 с.

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА МЕЖПЛАСТОВЫХ ВОДНЫХ ГОРИЗОНТОВ (РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА)

*Цуркан Л.Л. (ИГС АН Молдовы, г. Кишинев),
liubitzaturcan@gmail.com,
научн. рук. Морару К.Е., зав. лаб. Гидрогеологии, д. г.-м. н.
(ИГС АН Молдовы, г. Кишинев)*

ELABORATION OF MONITORING DATA BASE FOR CONFINED GROUNDWATER (REPUBLIC OF MOLDOVA)

*Turcan Liubov Leonti, (IGS, Academy of Sciences of Moldova,
Chisinau), liubitzaturcan@gmail.com scientific adviser Moraru
C.E., Head of Laboratory of Hydrogeology, Dr. of Sc. (IGS,
Academy of Sciences of Moldova, Chisinau)*

Мониторинг режима подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием подземных вод по гидрогеологическим, гидрогеохимическим и иным показателям, оценки и прогноза его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану подземных вод.

В 1960 г. в Республике Молдова была создана первая государственная сеть гидрогеологических скважин для наблюдения за режимом подземных вод. Наблюдения за уровнем подземных вод и за состоянием наблюдательных скважин регулярно проводятся и в настоящее время государственным предприятием Молдавской гидрогеологической экспедицией (О.С.«ЕНGeoМ»). Результаты наблюдений оформляются в отчеты и передаются в Государственное агентство по геологии и минеральным ресурсам («AGRM») при Министерстве окружающей среды Молдовы.

Первоначально мониторинговые данные отбирались из рукописных докладов. Эти данные были собраны, объединены и переведены в цифровой формат.

При обработке данных использовался набор программ, таких как: Microsoft Office Excel 2013, Surfer 10, SPSS 16 и др.

База данных была создана в Microsoft Office Excel 2013, в цифровом формате. Она содержит следующую информацию: ко-

личество скважин, временной интервал мониторинга каждой скважины, координаты их расположения, информацию об уровне подземных вод, температуре и химическом составе воды.

Региональная сеть режимных скважин не является неизменной, число наблюдательных скважин и расположение их периодически изменяется. Всего за период с 1960 по 2011 г. в национальную мониторинговую сеть было включено 960 скважин, пробуренных в межпластовые водоносные горизонты. Количество действующих скважин на первое января 2011 г. насчитывает 140 глубоких скважин (по данным «AGRM»).

База данных содержит 905 репрезентативных скважин, расположенных по всей стране, пробуренных на разные глубины и в различных водоносных горизонтах, используемых для водоснабжения. Была составлена карта пространственного распределения глубоких скважин, а также созданы карты распределения глубоких скважин по водоносным горизонтам. Для каждой активной скважины построены графики, которые представляют собой графическое изображение среднемесячных значений уровня подземных вод за многолетний период. График состоит из двух блоков: период наблюдения за режимом и среднемесячный уровень подземных вод в скважине (в метрах).

Мониторинг подземных вод каждой скважины различен по времени. Статистический анализ показывает что: в интервале 0 - 5 лет группируются примерно 42% скважин, 5 - 10 лет \approx 23% скважин, 10 - 15 лет \approx 10% скважин, 15 - 20 лет \approx 8% скважин, 20 - 25 лет \approx 7% скважин, 25 - 30 лет \approx 5% скважин, 30 - 35 лет \approx 3% скважин, > 35 лет наблюдений - около 2% скважин.

Выводы:

1. Режим подземных вод является результатом реакции водоносных горизонтов на различные естественные и искусственные факторы окружающей среды.

2. Была разработана численная и картографическая база данных глубоких скважин, и представление их через графическую функцию $H = f(t)$.

3. База данных будет использована для дальнейшего изучения режима подземных вод межпластовых водоносных горизонтов, а также для рациональной эксплуатации подземных вод Молдовы.

К ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИНЫ

*Чан Динь Тан Сы (ТПУ, Томск), xutranpc@gmail.com
Науч. рук. Алексеев Н.А., ст. преп. (ТПУ, Томск),*

TO ASSESSING THE IMPACT ON THE AIR DURING WELL CONSTRUCTION

*Tran Dinh Tan Si (TPU, Tomsk), xutranpc@gmail.com
Scientific adviser. Alekseev NA, Art. Lecturer (TPU, Tomsk)*

В настоящее время нефтегазовый комплекс играет важнейшую роль в развитии государства. Нефтегазовые доходы составляют до половины доходов российского бюджета.

В силу специфических особенностей ведения горных работ при строительстве скважин оказывается отрицательное влияние на лито-, гидро- и биосферу. Бурение скважин приводит к нарушению экологического равновесия экосистем, падению ресурс- и биогенетического потенциала биосферы и деградации отдельных компонентов природной среды [1].

При проведении оценки воздействия на окружающую среду необходимо учитывать множество факторов: состояние окружающей среды в районе расположения объекта исследования; виды источников воздействия на окружающую среду; объем и интенсивность воздействия. Эта необходимость обусловлена требованиями соблюдения российского законодательства в области охраны окружающей среды при проектировании [2-4].

Основными источниками воздействия на окружающую среду при строительстве скважины являются буровые работы, работа строительной и специализированной техники при проведении буровых работ, системы водоснабжения и водоотведения, источники теплоснабжения и другие. В процессе бурения скважин потенциальными источниками загрязнения окружающей среды являются буровые растворы, сточные буровые воды и продукты освоения (испытания) скважин.

Для проведения более корректного выявления негативного воздействия на окружающую среду рекомендуется разделять анализ воздействия на ОС при строительстве скважины на несколько этапов. Это связано с тем, что на разных этапах строи-

тельства интенсивность воздействия, его длительность, а также используемая техника будут различаться, а следовательно само воздействие на разных этапах также будет различным.

Во время строительства скважины можно выделить ряд основных этапов, на каждом из которых происходит различное воздействие на атмосферу:

Строительно-монтажные работы. Источниками загрязнения атмосферного воздуха во время проведения строительно-монтажных работ являются строительная техника, сварочный агрегат, дизельная электростанция и резервуар для хранения дизельного топлива при отсутствии централизованного энергоснабжения.

Подготовительные работы к бурению, бурение и крепление. Источниками загрязнения атмосферы будут являться: котельная с резервуаром топлива при отсутствии централизованного теплоснабжения, строительная техника, цементирующая техника, приготовление буровых и тампонажных растворов.

Освоение скважины. Источниками загрязнения атмосферного воздуха во время освоения скважины являются: цементирующий агрегат, дизельная установка, котельная, дизельная электростанция.

Очевидно, что воздействие, оказываемое на окружающую среду, значительно, поэтому в целях его минимизации необходимо проведение комплекса природоохранных мероприятий.

Литература:

1. Элияшевский И.В. Технология добычи нефти и газа – М.: Недра, 1985 – 303 с.
2. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на нефть и газ на суше. РД 39-133-94. М., 1994 г.
3. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 г., №7-ФЗ (с изменениями).
4. Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 г., №96-ФЗ (с изменениями).

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АО «АПАТИТ»

*Чукаева М.А., Матвеева В.А., (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург), научн. рук.
Пашкевич М.А., проф., д.т.н. (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург)*

ASSESSMENT OF NATURAL FACTORS INFLUENCE ON THE CONDITION OF SURFACE WATERS IN THE JSC "APATITE" IMPACT AREA

*Chukaeva M.A., Matveeva V.A., (Saint-Petersburg mining university, St.-Petersburg), scientific adviser Pashkevich M.A.,
Prof., Dr. of Sc. (Saint-Petersburg mining university, St.-Petersburg)*

Предприятие АО «Апатит» расположено в г. Кировске Мурманской области и является крупнейшим производителем апатит-нефелинового концентрата. Предприятие разрабатывает шесть месторождений, приуроченных к Хибинскому горному массиву, четырьмя рудниками открытым и подземным способами.

Для оценки состояния природных вод в рассматриваемом районе были проведены комплексные мониторинговые исследования в полевые сезоны 2013 – 2015 годов.

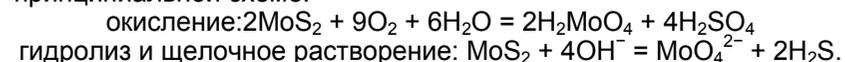
На первом этапе были выбраны основные маршрутные посты наблюдения, с учетом природных особенностей формирования качества вод и характера техногенного воздействия, в которых производился отбор проб воды.

В результате было установлено, что наиболее опасным компонентом сточных вод является шестивалентный молибден. Коэффициент контрастности по нему варьируется от 120 до 860 в зависимости от времени года. Полученное распределение молибдена в водных объектах, позволяет сделать вывод о том, что повышенное содержание молибдена, в водных объектах наблюдается только в зоне воздействия предприятия АО «Апатит» и отсутствует в фоновых районах.

Для установления причин возникновения экстремально высоких концентраций молибдена в водных объектах, находящихся в зоне воздействия АО «Апатит» на втором этапе была проведена

оценка загрязнения молибденом снежного покрова. По результатам анализа растворенной части снеговых вод и пылевых осадений было установлено, что поступление талых вод в водоемы не может являться причиной повышенных концентраций молибдена.

Изучение геологического строения Хибинского горного массива выявило повсеместные рудопроявления молибденита (MoS_2), не имеющие промышленного значения. Причем отработка месторождений апатит-нефелиновых руд приводит к нарушению естественных геологических условий, смене окислительно-восстановительной обстановки, что в свою очередь является причиной окисления молибденита с выщелачиванием молибдена по следующей принципиальной схеме:



Интенсификации процесса перехода молибдена из нерастворимой формы в раствор способствует натриевый характер вод и значения pH, сдвинутые в щелочную область. Это позволяет сделать вывод о том, что экстремально высокие концентрации молибдена в природных водах связаны с особенностью строения Хибинского горного массива и технологической деятельностью предприятия.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ СРЕДНЕГО УРАЛА

*Шарыпкина А.В., Шепель К.В. (УГГУ, Екатеринбург),
научн. рук. Байтиминова Е.А., доцент, к.б.н. (ИЭРиЖ, Екатеринбург), доцент, к.б.н. Михеева Е.В. (УГТУ, Екатеринбург)*

FEATURES OF ACCUMULATION HEAVY METALS IN THE SOIL OF GEOCHEMICAL ANOMALIES MIDDLE URAL

*Sharypkina A.V., Schepel K.V. (USMU, Yekaterinburg),
scientific adviser Baitimirova E.A., docent, Ph.D. (IPAE
Yekaterinburg)*

Присутствие в окружающей среде тяжелых металлов в кон-

центрациях, превышающих их фоновые значения, может быть обусловлено либо техногенным загрязнением, либо наличием естественной геохимической аномалии [1]. Наши исследования посвящены особенностям накопления тяжелых металлов в почве естественных и естественно-техногенной геохимических аномалий, приуроченных к ультраосновным горным породам.

Исследования проведены в районе естественных геохимических аномалий с избыточным содержанием никеля, кобальта, хрома, обусловленным ультраосновными горными породами.

С помощью геологических карт и проведенного почвенного апробирования была выделена геохимическая аномалия смешанного генеза на территории г. Екатеринбурга Свердловской области. В данном районе с целью изучения природно-техногенного загрязнения ТМ проведено почвенное опробование в границах Калиновского лесопарка, территория которого характеризуется наличием в своем составе ультраосновных подстилающих горных пород. Кроме того, была проведена комплексная оценка содержания тяжелых металлов в районе естественной геохимической аномалии (ЕГА) в окрестностях п. Уралец Свердловской области. В качестве фоновых участков были рассмотрены: Висимский государственный природный биосферный заповедник (окр. д. Большие Галашки); Шигаевский район Свердловской обл. (Мартьяново, Чусовое). Изучаемая ЕГА обусловлена сходными с Калиновским лесопарком ультраосновными горными породами (пироксениты, серпентиниты). Фоновые участки характеризуются такими породами как Габбро, диориты, гранитоиды, известняки. Отбор почвенных образцов для изучения природно-техногенного загрязнения почвы был проведен с глубин 5-10 см и 30-40 см.

Отбор почвенных образцов для изучения природно-техногенного загрязнения почвы с глубин 5-10 см и 30-40 см. Всего было отобрано 54 пробы. Образцы отобраны с учетом требований ГОСТ 17.4.3.01_83 «Охрана природы. Почвы» (методом конверта: 1 проба представляет собой 5 объединенных проб из одного горизонта). Концентрации валовых форм изучаемых элементов: Cu, Pb, Ni, Cr, Co, Cd были определены с помощью метода атомно-абсорбционной спектрометрии с пламенной атомизацией. Почвенные образцы были проанализированы по каждому горизонту отдельно. Всего было отобрано и проанализировано 65 проб.

На первом этапе был проведен спектральный анализ почвенных образцов, включающий в себя 35 элементов (Ni, Co, Cr,

Mn, V, Ti, Sc, P, Ge, Cu, Zn, Pb, Ag, As, Sb, Cd, Bi, Mo, Ba, Sr, W, Sn, Be, Zr, Ga, Y, Yb, Li, Nb, Tl, Ln, Ta, Au, La, Cl, Hs). По результатам данного апробирования были отмечены повышенные содержания Ni, Cr, Cu, Zn, Pb, Ag, W. Для получения более точных концентраций анализ почвенных проб (валовые формы) был продолжен с помощью метода атомной абсорбции.

Актуальную кислотность в водной почвенной вытяжке измеряли анализатором жидкости АНИОН 4100 и портативным рН-тестером.

В ходе проведенных исследований было отмечено, что на глубине до 10 см в почве изучаемых геохимических аномалий преимущественно накапливаются медь, свинец и кадмий, тогда как в нижележащем горизонте отмечаются повышенные концентрации кобальта, никеля и хрома. На данном этапе можно сделать заключение, что геохимическая аномалия, выделенная на территории г. Екатеринбурга характеризуется высоким содержанием меди, никеля, хрома, цинка и свинца. Кислотность почвы вносит свой вклад в изменении токсичности тяжелых металлов. В изучаемых районах на глубине 30-40 см, отмечается нейтральная среда водной почвенной вытяжки. В данных условиях тяжелые металлы, как правило, продолжают оставаться связанными в почве, что, вероятно, способствует снижению их поступления в растения. В верхнем горизонте отмечается незначительное снижение уровня кислотности до слабокислой реакции, что может способствовать увеличению подвижности тяжелых металлов.

Проведенное нами исследование позволяет сделать заключение о том, что природный избыток тяжелых металлов на территориях естественных геохимических аномалий Среднего Урала может быть отнесен к опасным природным явлениям с риском токсического воздействия на человека. При этом дополнительное загрязнение подобных районов ТМ в следствие атмотехногенной нагрузки повышает вероятность токсического воздействия на организм.

Библиографический список

1. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 264 с.

ТЕХНОГЕННЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ УГЛЕРОД КАК ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЗЕРВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

*Швецова О.В. (СПбПУ, Санкт-Петербург),
научн. рук. Семин Е.Г., проф., д.т.н. (СПбПУ, Санкт-
Петербург)*

TECHNOGENIC MINERAL CARBON AS THE GEOECOLOGICAL RESERVE FOR LANDSCAPING OF URBAN AREAS

*Shvetsova O.V. (SPbPU, Saint-Petersburg),
scientific adviser Semin E.G., Prof., Dr. of Eng. Sc. (SPbPU,
Saint-Petersburg)*

Известно, что для полноценного роста и развития растений необходим определенный набор микро- и макроэлементов. Углерод является одним из основных органогенных, жизненно необходимых и незаменимых химических элементов, потребляемых в довольно больших количествах, он играет главную роль в образовании живого вещества биосферы.

CaCO_3 и $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – одни из самых важных, ценных и широко используемых в строительстве материалов, издавна применяемых для создания фундаментов, возведения зданий и их облицовки. И на сегодняшний день одним из крупных потребителей минеральных соединений углерода является строительная промышленность, где они активно используются в производстве различных видов строительных материалов, являясь их основой. При строительстве, ремонте, внешней и внутренней отделке зданий неизбежно происходит загрязнение прилегающих к объекту строительства площадок веществами, содержащими минеральные соединения углерода. Особенно большие преобразования отмечаются для верхних гумусовых горизонтов почв в связи со значительным и длительным поступлением на их депонирующую поверхность строительных отходов и пыли, содержащей карбонаты кальция и магния, а также с использованием извести в строительном растворе, который хорошо выветривается. Таким образом, техногенный минеральный углерод – часть строительных отходов – можно рассматривать как дешевый, доступный, широко

распространенный и богатый по запасам источник. Мы располагаем важнейшим химическим компонентом живого вещества, удобрением, уже внесенным в почву, богатым ресурсом, но находящимся в «неактивной» форме: минеральные соединения углерода малорастворимы в воде и не доступны для корневой системы растений. Задача сводится к частичному растворению данных соединений, при этом среда обогащается востребованными и легко усваиваемыми растениями гидрокарбонат ионами HCO_3^- , что способствует увеличению содержания доступных растениям форм питательных веществ в растворе и тем самым улучшает режим питания.

Вовлечение минеральных соединений углерода возможно осуществить 2 путями:

1) электрофизическим методом: обработка поливочной воды переменным частотно-модулируемым сигналом (ПЧМС) изменяет ее физико-химические свойства, в частности, осмотическое давление, окислительно-восстановительный потенциал и pH, что, в свою очередь, влияет на растворимость малорастворимых соединений, также возможно непосредственное (прямое) подведение ПЧМС к почве;

2) химическим методом: растворение карбонатов происходит с помощью буферных растворов, используемых в качестве поливочных, подобранных как по качественному составу, так и по значению pH. С буферными растворами можно также ввести необходимые для роста и развития растений макро- и микроэлементы.

Применение химического и электрофизического методов интенсификации питания растений техногенными минеральными соединениями углерода, а также их комбинации может иметь огромное практическое значение при решении ряда актуальных проблем в сфере строительства и ЖКХ, в частности, в практике рекультивации земель, эффективного благоустройства и озеленения городских территорий после окончания строительного-монтажных работ на участках нового строительства или реконструкции старого жилья.

Можно предположить, что интенсификация углеродного питания (дополнительное обеспечение доступным биологически значимым элементом – углеродом) будет и далее способствовать быстрому росту и интенсивному развитию растений, а также реализации потенциальной активности процесса фотосинтеза.

Предлагаемый подход ориентирован на улучшение исходных почв и грунтов на открытых участках, предназначенных для озеленения, после окончания строительства путем использования, «активирования» определенными способами уже внесенных при строительно-монтажных работах техногенных минеральных соединений углерода, которые смешиваются с верхним слоем почвы. Техногенный минеральный углерод рассматривается в качестве вторичного сырьевого ресурса, использование которого предусмотрено непосредственно в пределах строительной площадки, в границах рассматриваемой территории. Таким образом, предлагается по-новому подойти к вопросам рационального природопользования на урбанизированных территориях с учетом, в первую очередь, потенциальных возможностей экосистем.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОГО ГИАЦИНТА

*Шкредова К.В. (БГТУ, Минск), научн. рук. Флюрик Е.А., доц., к.б.н. (БГТУ, Минск),
FlurikE@mail.ru*

BIOTECHNOLOGICAL METHODS OF USE WATER HYACINTH

Shkredova K.V. (BSTU, Minsk), scientific adviser Flyurik E.A., Assoc., Ph.D. (BSTU, Minsk)

Экологическая безопасность современного общества является одним из важнейших факторов устойчивого развития Республики Беларусь и касается всех отраслей народного хозяйства.

Большое внимание ученые всего мира уделяют проблеме очистки сточных вод. В настоящее время существует несколько основных способов очистки сточных вод, которые имеют свои достоинства и недостатки. В тоже время данные методы постоянно совершенствуются и модернизируются, например, разрабатываются новые коагулянты, модернизируется оборудование, используемое в традиционных способах очистки воды.

Известно, что для доочистки сточных вод предприятий легкой, металлургической, угольной промышленности, животновод-

ческих комплексов, а также бытовых сточных вод могут использоваться некоторые высшие растения, например водный гиацинт или эйхорния (*Eichornia crassipes* Mart. Solms). Данное высшее водное растение, поглощая значительное количество биогенных элементов, снижает уровень эвтрофикации водоемов. Кроме того, оно перерабатывает различные вещества, такие как фенолы, нефтепродукты, синтетические поверхностно активные вещества и др., при этом осаждаются взвешенные и органические вещества, а вода насыщается кислородом.

Основными свойствами, благодаря которым растение можно использовать в процессе очистки являются: способность утилизировать химические и бактериологические загрязнители воды различного характера, снижая показатели до санитарно допустимых значений; осуществление деградации основных загрязнителей воды; растение обладает уникальной способностью к размножению.

На основании всего вышеизложенного на кафедре биотехнологии и биоэкологии БГТУ уже несколько лет ведутся работы по изучению биотехнологического потенциала водного гиацинта, в частности возможности использования данного растения в климатических условиях Беларуси для очистки сточных вод.

Было установлено, что эффективность очистки модельной сточной воды и сточной воды с Минской очистной станции аэрации с использованием водного гиацинта составила около 90%.

Другой не менее важной проблемой является обеспечение населения продуктами питания. Поэтому разработка новых кормовых добавок для сельскохозяйственных животных, которые позволят увеличить их привес, несомненно, также является актуальной задачей.

Для решения этой задачи учеными кафедры предложено использовать избыточную биомассу растения, которая образуется при очистке сточных вод для получения высококачественного силоса. Водный гиацинт, как было установлено в ходе проведенных экспериментов, богат белком, клетчаткой, каротином, а также не накапливает радионуклидов, поэтому является радиационнобезопасным для сельскохозяйственных животных.

Таким образом, добавка на основе этого растения будет способствовать большому усвоению корма животными. В результате комплексной оценки полученного силоса был сделан вывод,

что, он является пригодным для кормления сельскохозяйственных животных и по своему качеству относится к первому классу.

Необходимо отметить, что водный гиацинт является инвазивным видом для Беларуси. Однако размножается растение только в безморозный период, а поэтому ее вегетацию нетрудно контролировать. Вегетация происходит при температуре стоков выше 16°C. В водоеме, полностью открытом со всех сторон, растения отмирает уже при температуре воздуха около 6 °С. Сохранить растение в зимний период удавалось только в тепличных условиях.

Таким образом, использование водного гиацинта позволяет решить сразу несколько задач: очистить сточные воды и произвести из избыточной биомассы растения высококачественный силос.

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЛИТОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА

Шумкина Ю.А. (ФГБОУ ВПО МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)

науч. рук. Королёв В.А., проф., д.г-м.н. (ФГБОУ ВПО МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)

ASPECTS OF TRANSFORMATION OF ECOLOGICAL FUNCTIONS OF LITHOSPHERE IN URBAN AREAS OF MEGAPOLISES

Shumkina Y.A., Korolev V.A. (Lomonosov Moscow State University, Moscow)

Урбанизация территорий сопровождается глубоким антропогенным изменением природной среды, заменой естественных экосистем урбогеосистемами. Техногенное воздействие на урбанизированных территориях, главным образом, обуславливает локальную и региональную трансформацию экологических функций литосферы (ЭФЛ). Эти воздействия во многом определяют комфортность существования, а также медико-санитарные условия жизни человека. В связи с этим в работе была поставлена цель

проанализировать трансформацию экологических функций литосферы на городской территории Юго-Восточного административного округа (ЮВАО) г. Москвы.

Территории мегаполисов объединяют в себе техногенное воздействие на верхние горизонты литосферы различных источников, определяющими из которых являются промышленные, транспортные, жилые, а также коммунально-бытовой комплексы. На территории Юго-Восточного округа Москвы располагается мощный промышленный потенциал, ориентированный на машиностроение, металлургию, нефтепереработку и химическую отрасль. Всего в ЮВАО работают около 14 тыс. предприятий, расположенные в 4 крупных промышленных зонах: №23 «Серп и Молот», №26 «Южный порт», №56 «Грайвороново», №63 «Выхино» и др. По насыщенности транспортом Юго-Восточный административный округ является вторым в городе. Главные дорожные «артерии» округа – Волгоградский и Рязанский проспект, несут основную нагрузку по пропуску потоков транспорта. На территории округа действуют три линии московского метрополитена: Таганско-Краснопресненская, Калининская и Люблинская. Коммунально-бытовое хозяйство ЮВАО включает в себя тепловые, канализационные и водопроводные сети; на территории округа расположены сразу несколько очистных сооружений: Курьяновские и Люберецкие очистные сооружения, а также бывшие Люблинские поля аэрации АО «Мосводоканал» и др.

Трансформация ресурсной экологической функции литосферы на территории округа, главным образом, проявляется в трансформации ресурсов биофильного ряда. На территории ЮВАО она состоит в изменении содержания элементов питания растений: N, P, C, R, K, Ca, Mg. Их повышенное или, наоборот, пониженное содержание в почвах приводит к угнетению растений, нарушению их нормального функционирования. Также на территории округа отмечается существенная трансформация почвенных ресурсов, заключающаяся в изменении мощности гумусированной части почв, содержания $C_{орг}$, а также изменении реакции почвенной среды pH. Трансформация геодинамической функции литосферы на территории ЮВАО Московского мегаполиса главным образом проявляется в подтоплении территорий и следствиями из этого процесса. Сильное повышение уровня грунтовых вод может привести к подгниванию корней растений и их кислородному голоданию. Трансформация геохимической экологической функции литосферы на территории ЮВАО г. Москвы заклю-

чается в следующем: тяжелые металлы (Cu, Pb, Zn, Cd, Hg, Cr и др.), в избытке поступающие из разных источников, сначала попадают в почвы, а затем и в растения. Избыточное накопление тяжелых металлов в растениях вызывает у них токсические эффекты. Проникая в растительные организмы в больших концентрациях, тяжелые металлы подавляют ход метаболических процессов, тормозят развитие, снижают продуктивность растений. Трансформация естественных геофизических полей на территории округа также весьма существенна. Однако ответная реакция биоиндикаторов на их изменения бывает растянута во времени.

Таким образом, в условиях городского комплекса г. Москвы в различной степени происходит трансформация всех ЭФЛ под влиянием различных видов деятельности, среди которых главное место отводится промышленной, транспортной, коммунально-бытовой; воздействия от техногенных источников накладываются друг на друга, часто вызывая усложнение пространственного распределения полей ЭФЛ; экологические последствия трансформации любой ЭФЛ выражаются, как правило, в негативном воздействии на биоту и человека, нарушении нормального их функционирования, снижении комфортности жизнедеятельности.

ХАРАКТЕРИСТИКА КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НИЖЕГОРОДСКОЙ АЭС

*Шуненкова К.О. (РУДН, Москва),
научн.рук. Огородникова Е.Н., доц., к.г.м.н.
(РУДН, Москва)*

THE CHARACTERISTIC OF KARST RISK IN THE CONSTRUCTION AREA OF NIZHNY NOVGOROD NPP

*Shunenkov K.O. (PFUR, Moscow),
scientific advisor Ogorodnikova E.N., associate prof., PhD (PFUR,
Moscow)*

Строительство сооружений Нижегородской АЭС проектируется на площади 3,25 км² в северной части территории, расположенной на правом берегу р. Оки в Навашином районе Нижегородской области. Непосредственно участок строительства АЭС – это стабильная, приподнятая ступень рельефа с абсолютными

высотами 116-132м. Гидрографическая сеть района относится к бассейну нижнего течения р. Оки, правым притоками которой являются реки Теша и Большая Кутра. Безаварийная эксплуатация атомных станций связана с обязательной оценкой инженерно-геологических и эколого-геологических условий.

В геологическом строении района принимают участие терригенные, преимущественно глинистые, породы уржумского яруса (мощность отложений 62,7-69,4 м) и сульфатно-карбонатные породы казанского яруса пермской системы (общая мощность отложений 49,5 м), подстилающиеся сульфатными породами (гипсами, ангидритами) сакмарского и ассельского яруса нижней перми, которые формируют региональный водоупор. Наличие мощной толщи карбонатных и сульфатных пород, залегающих в долинах р. Оки и Тешы близко к дневной поверхности, и слабоминерализованные подземные воды в аллювиальной толще способствуют широкому развитию долинного карста. По данным отчетов инженеринговой компании РОСАТОМЭНЕРГОПРОЕКТ, проводившей исследования в этой области, на территории 16 км², в центре которой расположены основные и вспомогательные сооружения АЭС, зарегистрировано 335 поверхностных форм карста.

Для оценки карстовой опасности была выбрана методика, предложенная И.А. Саваренским и Н.А. Мироновым, под названием «Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста». Сущность методики состоит в построении изолиний вокруг каждой карстовой воронки выбранным радиусом удаленности R. На тех участках, где расстояние между воронками меньше 2R, вычерченные круги, в той или иной степени накладываются друг на друга, образуют единый контур, а там, где расстояние между воронками больше 2R, получаются изолированные окружности. Границы полученных обобщенных контуров, а также изолированные окружности, и будут являться изолиниями удаленности, то есть линиями, каждая точка которых удалена от ближайшей к ней воронки на расстояние R. Радиус удаленности был выбран произвольно, исходя из площади исследуемой территории и масштаба карты. В данном случае было удобно взять R= 250, 500, 750 и 1000 м.

Затем для каждой из выделенных на карте районирования площадей были рассчитаны показатели поверхностной закарстованности по приведенным в методике формулам. Возраст воронок, относящихся к зонам, где есть озера, был с большим запасом принят T=100 лет, всех остальных – T=50 лет. Далее на основании полученных значений интенсивности провалообразования и с учетом радиуса удаленности от соседних проявлений карста на

территории площадью 16 км² выделены районы 4-х типов: красный (R=250м), оранжевый (R=500м), желтый (R=750м) и зеленый (R=1000м). Основанием для выделения таких районов послужил СНиП 22-02-2003 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения». Значения показателей закарстованности, вычисленные для площадей, оконтуренных изолиниями удаленности, закономерно уменьшается с увеличением радиуса удаленности.

Таким образом, с удалением от проявлений карста, устойчивость площадки повышается. Проведенный анализ распространения и развития карстопроявления на территории Нижгородской АЭС показал, что непосредственно на территории размещения АЭС карстовые процессы не протекают и площадка строительства не подвержена процессам карстообразования.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОНИТОРИНГА УРОВНЯ ВОДЫ В ОДИНОЧНЫХ СКВАЖИНАХ

*Яцко Л.Ф. (ИГС АН Молдовы, г. Кишинев),
lilia_iatco@yahoo.com,*

*научн. рук. Морару К.Е., зав. лаб. Гидрогеологии, д. г.-м. н.
(ИГС АН Молдовы, г. Кишинев)*

THE FEATURES OF UNCONTINUED GROUNDWATER RECHARGE ESTIMATION USING WATER TABLE FLUCTUATION IN SEPARATE WELLS

*Iatco Lilia Fiodorovna, (IGS, Academy of Sciences of Moldova, Chisinau), lilia_iatco@yahoo.com,
scientific adviser Moraru C.E., Head of Laboratory of Hydrogeology, Dr. of Sc. (IGS, Academy of Sciences of Moldova, Chisinau)*

Существуют разные методы определения инфильтрационного питания подземных вод. Использование метода интерпретации режимных наблюдений уровня грунтовых вод является перспективным и хорошо обеспеченным исходными данными.

За рубежом этот метод называется WTF (WTF – water table fluctuation method) и предложен он Министерством геологии США.

Аналитическое выражение метода:

$$R(t_j) = S_y \Delta H(t_j),$$

где $R(t_j)$ - питание во время t_0 и t_j , см; S_y – удельная водоотдача, безразмерная величина; $\Delta H(t_j)$ – максимальное значение УГВ, связанное с питанием водоносного горизонта, мм.

Для данного метода нами использованы данные мониторинга грунтовых вод Молдовы.

В зависимости от положения уровня грунтовых вод (УГВ) выделены три группы режимных скважин: 1) 0 - 3 м: 191 скважина; 2) 3 - 5 м: 84 скважины; 3) > 5 м: 200 скважин. Все скважины расположены равномерно по территории Республики Молдова. Созданы карты их местоположения при помощи программы SURFER 14. Для удобства дальнейшей обработки данные мониторинга уровней грунтовых вод приняты как статистические временные ряды.

Основная трудность использования данного метода связана с Эталонной кривой, которая должна аппроксимировать природные флуктуации УГВ.

В результате численного вычисления данных режима УГВ из данных эталонной кривой формируется новый временной ряд данных содержащий значение $\Delta H(t_j)_i$. Геостатистический анализ величин $\Delta H(t_j)_i$ показывает, что ряд содержит значения со знаком (+) и со знаком (-). Отрицательные значения расположены ниже эталонной кривой и не связаны с инфильтрационным питанием водоносного горизонта. В связи с этим такие значения исключаются из дальнейшего анализа.

Наш опыт показывает, что Эталонную кривую можно получить путем использования полиномиальной функции различного порядка. Репрезентативные расчеты величины $R(t_j)$ без параметра S_y представлены в таблице 1.

Таблица. Результаты определения инфильтрационного питания грунтовых вод

№	№ скважины	Глубина залегания УГВ, м	$\Delta H(t_j)_{ср.}$, мм	$R(t_j)$, мм
1	71 - 4	0.56	63.35	63.35
2	64 - 354	3.97	42.40	42.40
3	4 - 362	5.99	19.88	19.88

В заключение необходимо отметить, что метод WTF позволяет получить данные инфильтрации подземных вод статистически приближенные к природным условиям. Использование величины S_y для дальнейших расчетов требует особого внимания, т.к. ее значения изменяются от 0.0 до 1.0. Это значит, что данные инфильтрационного питания будут уменьшены. Мы полагаем, что в кривых режима грунтовых вод уже отражена конечная величина $R(t_j)$.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Алексеев И.И. 137
Алексеев А.В. 138
Анциферова О.В. 143
Асаева К.И. 265

Барабощкина Т.А. 195
Баранов Д.Ю. 140
Байтмирова Е.А. 177
Беляев А.М. 179, 193
Бикташева Л. Р. 142
Богуславский А.Е. 162
Букачев В.В. 143

Вагабов У.Г. 146
Винюсева Г.В. 148
Вихоть А.Н. 150
Войтюк О.Ю. 187, 189
Вяльдина М.Э. 152

Гавриленко В.В. 203, 227
Гаврилов В.П. 239
Гайгородов А. Ю. 262
Гайфутдинова Р.А. 154
Гильмуллина А.Р. 156
Гладченко М.А. 233
Горская В.А. 158
Григорьева И.Ю. 140, 207, 233, 248
Гричук Д.В. 152
Гуркало О.В. 160
Гусев А.И. 262

Дашко Р.Э. 158, 175, 197
Деменева Е.С. 162
Дерюгина Н.О. 163
Душуткина А.Ю. 177

Екимова В.В. 165
Ермолаев О.П. 154
Ефименко О.С. 167
Ефименко С.А. 167

Ефремова У.С. 169

Жабриков С.Ю. 171
Жданов С.В. 185, 191, 235
Журкова И.С. 173

Зайдуллина Л.М. 175
Закиева Э.Р. 177
Зеленковский П.С. 52, 91, 205
Зырянова Н.А. 179

Иванов Г.И. 205
Иванов М.А. 260
Иванюкович Г.А. 97
Изосимова О.С. 57
Ионкина Д.С. 182

Капелистая И.М. 63
Каплинская А.А. 183
Кашина Д.С. 185
Кинах М.Н. 187
Кинах М.М. 189
Киселев Г.Н. 61
Климова О.В. 243
Кнатъко М.В. 171, 217
Ковальчук М.С. 63, 183, 187, 189
Кондакова В.Н. 191
Кононова Л.А. 52
Кренида О.А. 251, 255
Крошко Ю.В. 63
Кузнецова А.В. 195
Кузнецов М.В. 193
Куриленко В.В. 35, 65, 185, 191, 235
Курышев А.А. 95, 160

Ланге И.Ю. 197
Лебедев В.А. 215
Лебедев С.В. 75, 169
Липатникова О.А. 211, 228
Литовская А.М. 199

Лямин И.А. 201

Макаренко Н.А. 251, 255
Макарова Ж.В. 160
Мамедов В.А. 146
Масленников А.В. 148
Маусымбаева А.Д. 167
Мелешко А.А. 203
Митина Е.И. 248
Мищенко А.В. 205
Михеева Е.В. 177
Моисеева Е.А. 207
Монахов С.К. 265, 267
Морозов А.В. 209
Морозова Т.В. 246, 253, 257
Москаленко Т.А. 143

Нетай О.В. 211
Никулина Ю.С. 213
Новиков М.А. 199
Норра С. 264

Паничев А.М. 248
Парфенов А.В. 215
Пастухова В.А. 217, 222
Пашкевич М. А. 138
Петрова А. Н. 227
Подлепина Д.М. 228
Подлипский И.И. 52, 81, 91, 171, 182, 217, 222
Подчасов О.В. 230
Полякова Н.В. 91
Портнов В.С. 167
Припачкина Д.П. 233
Прищепенко Д.В. 235

Рахимбирдиев Н.М. 267
Рахимов М.С. 237
Рахимов Т.М. 237
Русских О.Ю. 95
Рябчук Д.В. 163

Савицкий Ю.В. 97
Самарин Е.Н. 195
Сапрыкина К.М. 239
Северов М.П. 241
Селивановская С.Ю. 142, 156
Ситникова В.А. 243
Сойма И.Н. 246
Стахов И.Р. 106
Столярова Т.А. 248
Сухой П.А. 209
Сысоев А.Е. 250

Тарнавский И.И. 253
Терехин А.А. 250
Третьяк А.И. 251, 255
Трифон И. И. 257
Трофимов В.Т. 7
Тумской В.Е. 230

Унковская М. А. 260
Усминская А.В. 63
Уткина Н. Е. 262

Фетисов В.В. 201

Хайкович И.М. 65
Харькина М.А. 108, 241
Холмянский М.А. 113
Холодкевич С.В. 119

Чернова Е.Н. 91
Чувиллин Е.М. 165

Шелковников В.В. 213
Шестакова Т.В. 228
Шипилова С.С. 262
Штыркин Е.В. 264

Щербов Б.Л. 173

Юрченко Ю.Ю. 193

Научное издание

**ШКОЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ
И РАЦИОНАЛЬНОГО
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Материалы пятнадцатой межвузовской молодежной
научной конференции

Под редакцией проф. В. В. Куриленко

Подписано в печать 25.05.15.
Формат 60×84¹/₁₆. Печать офсетная.
Тираж 100 экз. Заказ 32.

Институт наук о Земле СПбГУ.
Отпечатано в участке Службы оперативной полиграфии
по направлениям «география, геология, геоэкология и почвоведение»
Издательского центра Издательства СПбГУ.
199034, С.-Петербург, Университетская наб., 7/9.