

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Российский государственный педагогический
университет им. А. И. Герцена
Кафедра геологии и геоэкологии

НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ЦИВИЛИЗАЦИЯ

Том 1. Науки о Земле

Материалы Международной
молодежной конференции

18-22 октября 2012 г.

Санкт-Петербург
Издательство РГПУ им. А. И. Герцена
2012

ББК 74я431

Н 34

Печатается по рекомендации УМО по направлениям педагогического образования Министерства образования и науки РФ и решению редакционно-издательского совета РГПУ им. А.И. Герцена

Н 34 Науки о Земле и цивилизация: Материалы Международной молодежной конференции. Том 1. Науки о Земле / Под общ. ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – 260 с.

ISBN 978–8064–1752–8

Сборник содержит доклады выступлений участников Международной молодежной конференции «Науки о Земле и цивилизация» в рамках фестиваля науки. Адресуется специалистам в области наук о Земле и естественнонаучного образования, преподавателям вузов, учителям школ, педагогам дополнительного образования, аспирантам и студентам.

Сборник подготовлен и издан при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (ГК № 14.741.11.0378 от 30.08.2012 г.) и Программы стратегического развития РГПУ им. А. И. Герцена на 2012-2016 гг.

ISBN 978–8064–1752–8

ББК 74я431

© Коллектив авторов, 2012

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2012

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ О ЗЕМЛЕ

*Соломин В.П., Нестеров Е.М.
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

«Науке можно учить как увлекательнейшей части человеческой истории – как быстро развивающемуся росту смелых гипотез, контролируемых экспериментом и критикой. Преподаваемая таким образом, т.е. как часть истории «естественной философии» и истории проблем и идей, она могла бы стать основой нового свободного университетского образования, целью которого (там, где оно не может готовить специалистов) было бы готовить, по крайней мере, людей, которые могли бы отличить шарлатана от специалиста» (Поппер, 1983).

В области теории Науки о Земле конца 20 века одним из важнейших ее положений стало внедрение системного мышления. Теория систем, уровни организации геологической материи, применение иерархических законов, формирование понятий о статистических, динамических, ретроспективных (и перспективных) системах служит организации геологического знания, делает его более последовательным и строгим. Системный подход – это не привилегия Науки о Земле, а наиболее характерное свойство русской мысли: периодическая система Д.И. Менделеева, ноосфера В.И. Вернадского, биоценозы В.Н. Сукачева, классы кристаллов Е.С. Федорова и т.д.

Философия на основе общей теории систем пытается осмыслить процессы разного ранга и представить их как часть целого. Множественность систем, да и самих определений понятия «система», связана с представлениями современной философии о многообразии, многокачественности законов природы, не сводимости их к отдельным законам физики, геологии, биохимии. Многие системы рождаются, функционируют и отмирают вместе с носителями идеи, создавшей систему; ряд систем «бессмертны». Это, например, игра в «классики» на асфальте, таблица умножения и шахматы. В этой троице заключены три главных достоинства системного подхода: установление правил игры, построение регулируемых полочек, на которые положено знание и тайна открытия в интеллектуальное пространство формально закрытой системы. Великая игра, доступная всем, но удел избранных, породила множество систем противоборства. В шахматах точно отражается современное состояние науки: фрагментарность наших представлений о законах природы и, как следствие, множественность систем ее (природу), отражающих (объясняющих).

Законы механики позволили философам 18 века увидеть, в их абсолютности, единство и полную объяснимость материального мира. Новый виток в развитии науки имеет вероятность открытия фундаментальных законов природы, когда все снова станет определенным и ясным. Если такое произойдет и с шахматами, то с утерей неопределенности интеллектуаль-

ная составляющая игры уступит первенство эстетической составляющей. Игра не исчезнет, но станет качественно новой системой.

Системный подход в геологии крайне вариативен вследствие широты интересов геологии: от происхождения химических элементов и Вселенной в целом до строения атома и жизни элементарных частиц. Преимущественное приложение системного анализа в геологии – это Земля как система в целом, хотя части системы Земля и является сегодня областью всех аккредитованных сегодня наук. Пожалуй, только геология рассматривает выбранную систему так широко: происхождение Земли, ее место в космическом пространстве, формирование и эволюция оболочек составляющих Землю, условий, происхождения и эволюции жизни; циклическое развитие и создание систем стабилизирующих (компенсирующих) негативные последствия слишком быстрой эволюции; одновременная закрытость и предельная открытость системы – все это Земля. Земля и ее оболочки (ядро, мантия, земная кора, гидросфера и атмосфера) являются единой, динамичной саморазвивающейся системой. При этом основная направленность развития неизменяема по отношению к любой гипотезе образования Земли.

В области соотношений философии и науки наглядно сказывается различие между историческими и «точными» науками. Представителям «точных» наук в некоторых проблемах иногда свойственна переоценка эмпиризма и недостаточное понимание значения исторического развития и генетических связей, при которых действуют не только физико-химические, но и структурные законы

Географические науки специфичны и исследуют комплексную географическую оболочку. В их системе есть науки и межцикловые, такие, как биогеография, страноведение и т.п.

Для географии в целом всегда был характерен повышенный интерес к определению объекта и предмета своего исследования. Это объясняется не только изменением ее представлений о себе в ходе своего развития, но и в значительной мере трудностью самой проблемы. По замечанию И.В. Крутя (Круть, 1978, с. 248), «история географии оказывается во многом цепью сомнений в специфичности своего объекта и предмета. Проблема уяснения объектов своей науки оказалась для географии едва ли не самой сложной во всем естествознании». Согласно А.Г. Исаченко (Исаченко, 1971), «пока не раскрыто, на чем держится система географических наук». Г.Н. Максимов категорично утверждает, что выдвинутые в разное время разные концепции «ядра» географии (страноведение, хорологическая концепция, идея географической оболочки, географический регионализм, изучение динамических процессов, районирование) оказались «либо неудовлетворительны сами по себе», «либо представляют частный случай» (Максимов, 1997). Он сторонник «территориальной концепции», которая, несмотря на широкое распространение, вряд ли может претендовать на полное и окончательное решение проблемы.

Содержание географии не совпадает полностью со спецификой исследуемого объекта еще и потому, что оно зависит, кроме того, «от потребностей материального производства и общества, наконец, от самой истории географических знаний» (Лямин, 1978).

Если же что-то не имеет единого основания и принципиально многообъектно, то оно относится уже к компетенции не одной какой-то науки или одного типа наук, а к определенному набору разных наук, объединенных друг с другом чисто внешним образом.

Географическая среда не определяет в развитом обществе эволюцию производительных сил, но на нее влияет. Вопрос о воздействии географической среды на эволюцию вызывает обычно недоумение, на наш взгляд, необоснованное. Для геологии географическая среда играла, да и играет значительную роль. Это понятно, ибо она входит в изучаемый предмет. Указания на воздействие географической среды на развитие геологии нередко встречались в литературе, но, на наш взгляд, недостаточно разработано и оценено. Для геологии и биологии такую зависимость подчеркнул В.В. Ламакин (Ламакин, 1955).

Выделяемая географами географическая оболочка и биосфера в биологии пространственно значительно уже пространства системы Земля в целом, но сужение пространства может иметь ряд достоинств, как, например, возможности функционирования и, следовательно, анализа «единой» биолого-географо-геологической системы в рамках «ландшафтной сферы», объединяющей в себе понятия земной коры, гидросферы и тропосферы. Данная система полностью охватывает пространство приложения географии, почти целиком биологии, учитывает и важнейшие интересы геологии. Хотя система не имеет «ни дна, ни крыши», она хорошо позволяет оценить проблемы взаимодействия и интеграции наук в области естествознания и социосферы.

Тенденции расхождения, удаления наук друг от друга, видимо лежат в поле потери единой картины мира, плюс субъективно-корпоративные интересы. Но поиски фундаментальных законов и ряд блестящих открытий (особенно в биологии) создают условия существования другого тренда: объединения. Хорошей иллюстрацией проблемы является инверсионная фаза геосинклинального цикла: на фоне продолжающегося погружения земной коры имеются поднятия, формирующие островные дуги, и, как следствие, островные биоценозы (геология, география, биология жестко взаимосвязаны в единой подсистеме выбранной нами системы при продолжающейся в теории тенденции расхождения наук).

В земных условиях бог, безусловно, любит троицу: трехмерность пространства, три фазы состояния вещества – твердое, жидкое, газообразное. Отсюда масса производных: три элемента ограничения кристалла – грань, ребро, вершина; три природных среды – литосфера, гидросфера, атмосфера и т.д. Три – необходимое и достаточное условие существования объектов

различного ранга в земных условиях, в поле силы тяжести. Поле порождает симметрию – закономерности организации пространства. Симметрия, являясь приспособительной характеристикой к существованию в поле силы тяжести, порождает симметричность законов мышления. Мы любим, не любим, равнодушны. У нас есть плюс, минус и ноль. Основой самой абстрактной живописи являются законы симметричного построения пространства на холсте.

Философские концепции естествознания 19 века базировались на представлениях о материи и пространстве. 20 век делегировал третью составляющую – информацию (память?). Все системы обладают, сегодня, симметрией организации и трехкомпонентной структурой – материей, пространством, информацией. Происходит это, на наш взгляд, в силу и объективных и субъективных причин: существования поля силы тяжести и преломления его в законы мышления через восприятие окружающего пространства.

Можно не обсуждать отношения геологии и географии (особенно физической). Они так тесно связаны в своей предметной базе, что по существу это одна наука. Традиции сепаратизма не имеют глубоких причин связанных с законами природы. Биология при всей своей кажущейся обособленности подчиняется тем же законам, что и геология с географией. И гора Килиманджаро, и гепард у ее подножия состоят из одних и тех же химических элементов. И живая клетка, и песчинка, опускающаяся на дно океана, считывают и запоминают информацию о магнитном поле Земли. И в процессах фотосинтеза и экзогенного разрушения горных пород консервируется солнечная энергия. Обменные процессы в биологии имеют аналогии с обменными процессами в земной коре в ходе циркуляции в ней водных растворов.

Живая и неживая природа существуют и эволюционируют совместно и в одном направлении. Эволюция человека запечатлена в развитии его зародыша от рыбы к земноводному, рептилии, млекопитающему разных уровней организации. В кристаллизации гранита отражена вся история геологической эволюции Земли. Вначале появляются минералы ультраосновных пород (оливины), затем они уступают место минералам базальтового семейства (пироксены), их замещают минералы диоритов (амфиболы, плагиоклазы) и только в конце кристаллизуется гранитная троика: кварц, полевые шпаты, слюды. И в геологии и в биологии в ходе эволюции с одинаковой силой действуют законы дивергенции (расхождения, дезинтеграции) и конвергенции (схождения). Радиативное расселение видов по большой территории с различными физико-географическими условиями, приводит к появлению новых видов, семейств, родов в биологии. Экзогенное разрушение геологических образований и связанная с этим дифференциация вещества приводит к появлению целого класса осадочных горных пород. Близкие условия существования некоторых рептилий Мезозоя и мле-

копитающих Кайнозоя выражаются во внешнем сходстве весьма далеких друг от друга групп животных. Два резко различных процесса – накопление в обломочных осадочных породах кварца, полевого шпата и слюд и общей эволюции магматизма в сторону повышения содержания кремнезема, приводят к появлению гранитной составляющей земной коры.

Если искать черты сходства, а не различия между живой и неживой природой, то может оказаться, что эти прежде так далекие друг от друга мира отличаются только наличием или отсутствием оси симметрии пятого порядка. В строгом мире кристаллов ось пятого порядка запрещена. Платон теоретически строил фигуры на основе правильных пятиугольников, но уже средневековые математики доказали, что сшить из них замкнутую геометрическую форму нельзя. Символом неживой природы можно объяснить шестилучевую снежинку, а живой – пятилучевую морскую звезду. Есть в совместно эволюционирующем мире живой и неживой природы и свой пограничник – вирус. Когда ему удобно – он пятилучевой. Это помогает ему проникнуть в клетку (принцип троянского коня Одиссея). Перестроив в новых условиях существования свою структуру на шестилучевую вирус, правда, убивает клетку, возвращая ее миру минералов. А в остальном – он (вирус) настоящий пограничник.

Наличие оси пятого порядка в мире живой природы помогает преодолеть закон возрастания энтропии (стремления к упрощению). Разрушая строгую структуру мира кристаллов, ось пятого порядка резко упрощает и ускоряет ход биохимических процессов завязанных на разность потенциалов. Кстати, трактовка энтропии как меры беспорядка и связанный с ней вывод о термодинамической смерти Вселенной (самая знаменитая идея 20 века) противоречит и результатам биологической эволюции и усложнению геологического строения Земли в ходе повторяющихся циклических тектонических процессов. Тем не менее, современная физика и сегодня настаивает, что хотя эволюция и необратима, но и она совершается в сторону повсеместного и все ускоряющегося роста энтропии. Правда, есть представления о том, что энтропия может и не являться мерой беспорядка, упрощения и разрушения (Хайтун, 1998). В этом случае не все так мрачно. Так же как и в экологии нужно знать и правильно использовать законы природы, а не бороться с ними.

В рамках, предложенной нами (Нестеров, 2000, 2004), системы ландшафтной сферы положение геологии в естествознании совершенно определено если рассматривать причинно-следственные связи между природными процессами. В ходе длительной геологической эволюции сформированы земная кора, гидросфера и литосфера. Продолжающиеся процессы вулканизма, дегазации и дегидратации недр делают систему стабильной, восполняя материальные потери, связанные с открытостью системы. Жизнь появилась только тогда, когда геология создала приемлемые для нее условия. Геологические процессы, изменяя физическую географию

планеты, определяют во многом и общий ход эволюции жизни. Безусловно, существует и обратная связь, но фундаментальность геологии для эволюции географической и биологической сфер непреложна.

В рамках системы ландшафтной сферы имеют место быть различные социальные процессы. Они подчинены тем же законам природы, что и геология, география, биология. Эта данность замаскирована некорректным применением приемов математической обработки материалов социальных сфер (Хайтун, 1998). Социальные переменные имеют неаддитивный характер, то есть они арифметически несложимы. Использование гаусовских распределений, хорошо работающих в естественных науках, при анализе социальных явлений также некорректно. При математически корректной обработке блока социальных данных соподчиненность различных явлений в ландшафтной сфере одним и те же законам становится очевидной.

Поиски объективного родства и единства частей выбранной нами системы в объеме ландшафтной сферы позволяют определить для геологии, географии и биологии общее образовательное пространство. Современное образование, особенно педагогическое, должно обеспечивать двойное опережение по отношению к требованиям, предъявляемым к специалистам в настоящее время, а пока оно характеризуется двойным отставанием (Бордовский, 1994). Появление в системе педуниверситетов институтов Естествознания позволяет решить проблему отставания. Но создание образовательных систем в рамках многоуровневой подготовки не выходит пока за рамки формирования блоков дисциплин (Жиров и др., 1999). Блоки остаются теми же почти независимыми географией, биологией, химией, геологией. Примерно такое естествознание имела Россия в начале 20 века. Это же присуще сегодня западной школе (Aldridge, 1993). Опережение образовательного процесса над злобой дня лежит сегодня в области единого образовательного пространства геологии, географии и биологии, где поиски общего превалируют над существом различий.

Формирование общей теории эволюции Земли – дело не слишком далекого будущего. Как следствие, следует ожидать настоящей интеграции наук Естествознания, в том числе, и в образовательном процессе. Возврат жульверновского оптимизма веры в науку и в образование не самое плохое последствие такой интеграции. Во всяком случае – это хороший путь в сторону от постоянных стрессов неуверенности – главного пугала ближайших десятилетий.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Бордовский Г.А. Подготовка специалиста в области образования
2. (структура и содержание). – СПб., 1994. – С. 3-8.
3. Жиров А.И., Мосин В.Г., Соломин В.П. Создание, формирование и функционирование образовательных систем. – СПб. 1999.

4. Исаченко А.Г. Развитие географических идей. – М.: Мысль, 1971.
5. Круть И.В. Введение в общую теорию Земли: уровни организации геосистем. – М.: Мысль, 1978. – С. 248-249.
6. Ламакин В.В. Байкал и естествознание // В кн.: Сб. памяти Л.С.Берга. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – С. 155-165.
7. Лямин В.С. География и общество. Философские и социологические проблемы географии. – М.: Мысль, 1978.
8. Максимов Г.Н. Философско-методологические основы развития географического познания: Автореф. дисс. докт. филос. наук. – Якутск, 1997.
9. Нестеров Е. М., Джанг Хун Джин, Чой Схок Ван. Экологическая геология как экология оптимизма. Наука, школа, вуз. СПб. 2000. – С. 262-268.
10. Нестеров Е.М. Геология в современном естествознании // Образы геопространства: Сборник. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – С. 176-187.
11. Нестеров Е.М. Геология в естественнонаучном образовании. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2004.
12. Поппер К. Логика и рост научного знания: Избранные работы. – М.: Прогресс, 1983.
13. Солнцев В. Н. Системная организация ландшафтов. Проблемы методологии и теории. – М. Мысль, 1981.
14. Хайтун Д.С. Мои идеи. – М., Агар. 1998.
15. Aldridge D. Science., Macmillan. USA.1993.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ, ЕЕ СВЯЗЬ С ГЕОЭКОЛОГИЕЙ, СТАНОВЛЕНИЕ ЭКОГЕОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Куриленко В.В. СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Литогенная сфера Земли, представляя собой минеральную основу эволюционного развития биосферы, является одной из важнейших областей жизнедеятельности человека, одновременно влияющей и зависящей от него. В земных недрах сосредоточена значительная часть природных ресурсов, столь необходимых для существования жизни (минеральное сырье, подземные воды, энергоносители и т.д.), что определяет их в качестве одних из наиболее значимых объектов антропогенной деятельности. Протекающие в пределах литосферы природные и природно-техногенные геологические процессы и явления часто вызывают необратимые последствия и оказывают существенное влияние практически на все элементы окружающей природной среды и биосферы в целом.

В этой связи возникла необходимость теоретического и методологического разрешения проблем, связанных с непосредственными нарушениями той части литосферы, где проявляется деятельность живых организмов и человека, что способствовало формированию в рамках наук о Земле такого научного направления как *экологическая геология*, в свою очередь, являющейся одновременно и составной частью *геоэкологии*.

«*Геоэкология*» представляет собой междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли, как среды обитания человека и других организмов [6,8,11]. В то же время, геоэкология ориентирована также на изучение закономерностей преобразования экологических функций геосферных оболочек Земли под воздействием природных и антропогенных факторов, а также на научное обоснование механизмов рационального природопользования [3, 4].

При этом под экологическими функциями геосферных оболочек Земли понимается роль и значение этих геосфер в создании благоприятных условий зарождения и эволюционного развития биосферы, а также в сохранении комфортной обстановки и безопасности человека и биоты в процессе их существования и жизнедеятельности.

Таким образом, геоэкология интегрирует знания об экологических функциях и экологических проблемах геосферных оболочек Земли и ставит своей целью сохранение жизни на Земле. Следовательно, *объектом* исследования геоэкологии являются *геосферные оболочки Земли или геоэкологическое пространство*, а *предметом* – их *экологические функции*.

В этом случае, геосферные оболочки Земли, представляющие собой абиотические компоненты экосистем высшего уровня организации и способствующие, в совокупности с их биотическими составляющими, саморегуляции и самовосстановлению этих систем, могут быть охарактеризованы как геоэкологическое пространство [3, 4].

В свою очередь, *экологическая геология*, являясь составной частью геоэкологии, представляет собой научное направление в науках о Земле, развивающееся во взаимодействии экологии и геологии и ориентированное *на изучение экологических функций литогенной сферы Земли (твёрдой оболочки), на исследование её состава, строения, свойств, процессов, геохимических и геофизических полей как среды обитания человека и биоты, а также на обоснование механизмов рационального природо- и недропользования* [3, 4, 11].

Отсюда *объектом* исследования экологической геологии является «твёрдая» Земля (*литогенная сфера*) или *экогеологическое пространство*, а *предметом* исследования – её экологические функции и свойства.

По аналогии с *геоэкологическим пространством* литогенная сфера Земли («твёрдая» ее оболочка), представляющая собой абиотическую компоненту экосистемы высшего уровня организации и способствующая в совокупности с биотической составляющей ее саморегуляции и самовосстановлению, может быть охарактеризована в качестве *экогеологического пространства*.

Таким образом *экогеологическое пространство*, являясь составной частью геоэкологического пространства, представляет собой одну из экосистем высшего иерархического уровня, находящихся в функциональном единстве биотических и абиотических составляющих. В пределах литогенной сферы, где биотические компоненты могут отсутствовать, экогеологическое пространство будет распространяться вглубь по мере совершенствования интеллектуальных и технических средств, используемых человеком для прямого и косвенного познания земных недр.

При этом изучение структуры и свойств экогеологического пространства осуществляется человеком (человеческим сообществом) не столько для последующего освоения минерально-сырьевых ресурсов, на что, в основном, ориентирована традиционная геология, сколько для целей сохранения будущим поколениям земных недр и планеты Земля в целом.

Под *экологическими функциями* экогеологического пространства (литогенной сферы Земли) понимается роль и значение этого пространства в создании благоприятных условий зарождения и эволюционного развития биосферы, а также в сохранении комфортной обстановки и безопасности человека и биоты в процессе их существования и жизнедеятельности.

В связи с этим, все многообразие функциональных зависимостей между природными и антропогенно преобразованными геосферами можно свести к следующим экологическим функциям геоэкологического, и, в частности,

экогеологического пространства: *ресурсной (атмо-, гидро- и литосферы); динамической (атмо-, гидро- и литосферы); химической (атмо-, гидро- и литосферы) и физической (атмо-, гидро- и литосферы)* [3, 4, 5].

<i>Биологическая экология (экология живых организмов)</i>		<i>Геоэкология (экология сред жизни)</i>
<i>Эндобиоэкология</i>	<i>Экзобиоэкология</i>	<i>Экология литосферы (экологическая геология)</i>
<i>Молекулярная экология</i>	<i>Экология особей, аутэкология</i>	<i>Экология гидросферы (экология водных экосистем)</i>
<i>Морфологическая экология,</i>	<i>Экология сообществ, синэкология</i>	<i>Экология атмосферы (экология воздушной среды)</i>
<i>Физиологическая экология</i>	<i>Экология популяций, демэкология</i>	<i>Экология педосферы (экологическое почвоведение)</i>
<i>Учение о биосфере</i>		

Рис.1. Структура экологии живых организмов (биологической экологии) и экологии сред жизни (геоэкологии)

Динамическая функция определяет влияние динамических процессов и явлений, протекающих в геосферных оболочках (литосфере, гидросфере, атмосфере) на формирование и эволюционное развитие жизни на Земле, а также на сохранение комфортных условий и безопасности человека и биоты, в случае экогеологии – влияние геодинамических процессов и явлений.

Химическая функция определяется как свойство химических полей (неоднородностей) геосферных оболочек (литосферы, гидросферы, атмосферы) природного и природно-техногенного происхождения влиять на формирование и эволюционное развитие жизни на Земле, а также на сохранение комфортных условий и безопасности человека и биоты, в случае экогеологии – влияние геохимических полей.

Физическая функция определяется как свойство физических полей (неоднородностей) геосферных оболочек (литосферы, гидросферы, атмосферы) природного и природно-техногенного происхождения влиять на формирование и эволюционное развитие жизни на Земле, а также на сохранение комфортных условий и безопасности человека и биоты, в случае экогеологии – влияние геофизических полей.

Для наук о Земле, в том числе и экологической геологии, представляет интерес определение понятия **«геосистемы»**, под которой понимают совокупность элементов земной коры (компонентов литогенной сферы), нахо-

дящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность и единство [4].

Как видно понятие «геосистема» близко к термину «экосистема», введенному А. Тенсли в 1935 г., под которой он понимал сообщество живых организмов (биоты) и среды их обитания, объединенных в единое функциональное целое. Однако, если в определении «экосистема» присутствие биоты предполагается в качестве необходимого звена, то в определении «геосистема» биота выступает в качестве возможного звена, но не обязательного. При этом ни в первом, ни во втором случае в этих определениях не отмечается участие, а часто определяющая роль в этих отношениях и связях, *человеческого сообщества*.

Отсюда, в случае, когда в качестве биоценотической составляющей геосистемы выступает не столько биота, сколько человеческое сообщество, а в качестве среды их жизнедеятельности (экотопа) - компоненты литосферы, то в этом случае может быть применимо понятие «эколитосистема» [4]. Тогда, под «*эколитосистемой*» (эколого-геологической системой) следует понимать совокупность компонентов литогенной сферы Земли, образующих определенную целостность и единство, и находящихся в функциональных отношениях и связях, как между собой, так и с биотой, включая человека. При этом эколитосистема является безразмерной единицей, а в качестве высшего ранга эколитосистемы выступает экогеологическое пространство как литогенная составляющая биосферы.[2]. (По В.Т. Трофимову «эколого-геологическая система» – представляет собой определенный объем литосферы как геологический компонент природной среды с находящейся в ней биотой и включающей в себя три подсистемных блоков – литосферный (абиотический), биоту (биотический) и источников воздействия техногенного и природного происхождения) [11].

Теоретической и методической основой изучения и решения эколого-геологических проблем, также как и геоэкологических, служит системный сравнительно-исторический подход, который предполагает пространственно-временное рассмотрение и оценку закономерностей формирования и эволюционного развития экосистем всех иерархических уровней организации, в функциональном единстве их абиотических и биотических компонент. При таком подходе, если в рамках геоэкологических исследований роль и значение геосфер Земли представляются равнозначными, то при экогеологическом изучении главенствующее значение приобретает литогенная сфера Земли, а роль атмосферы и гидросферы становится подчиненной. Однако как в первом, так и во втором случае биотические компоненты, слагающих геосферы экосистем, выступают в качестве приоритетных (рис. 2) [10].

В своей структурной организации, как геоэкология, так и экологическая геология опираются на науки естественнонаучного цикла и дисциплины медицинского, социального, экономического и других профилей.

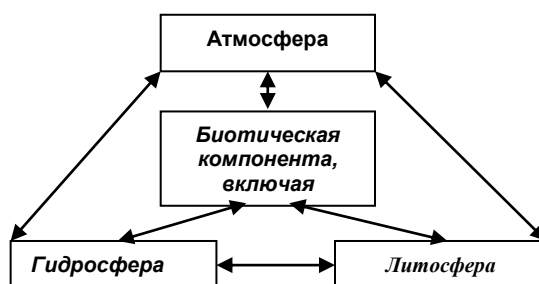


Рис. 2. Принципиальная схема геоэкологического подхода к изучению природных систем

В рамках экологической геологии как научного направления в настоящее время выделяется несколько самостоятельных научных разделов (дисциплин), которые составляют её структуру и которые направлены, главным образом, на изучение перечисленных выше экологических функций и свойств эколитосистем (Рис. 3).



Рис.3. Структура экологической геологии

Общая экологическая геология определяет объект и предмет исследований экологической геологии, место экогеологии в системе естественных наук, формирует структуру экогеологических знаний и основную экогеологическую терминологию; дает представление об экосистемах экогеологического пространства, их иерархических уровнях, законах функционирования, а также характеризует связь экологической геологии со смежными науками; формулирует экогеологические проблемы природного и антропогенного генезиса и содержательные задачи, представляющие интерес для экогеологии как научного направления; решает вопросы научно-методологического обеспечения экогеологических проблем и задач.

История развития планеты Земля и эволюции биосферы обобщает и анализирует сведения о зарождении и эволюции планеты Земля, ее месте

во Вселенной, а также о строении и составе оболочек твердой Земли, их энергетике и тектонической активности во взаимосвязи с другими геосферами и этапами возникновения и развития жизни на Земле. Кроме того, исследуется роль геологического фактора в развитии биосферы, пространственно-временных пределов распространения жизни, состава и функций живого вещества в связи с проявлением геодинамических процессов, происхождением и эволюционным развитием Мирового океана; анализируются земные и космические причины великих вымираний и обновлений органического мира; изучается роль живых организмов в биогеохимической эволюции и трансформации состава атмосферы, гидросферы как биокосной системы, минерального вещества педосферы, а также многих других геохимических процессов. Основные этапы эволюции биосферы определяются с учетом антропогенного воздействия на литогенную сферу Земли.

Ресурсное обеспечение жизни на Земле исследует роль ресурсной функции экосистем экогеологического пространства в обеспечении жизни на Земле; создает основные классификации ресурсов экогеологического пространства, необходимые для жизнеобеспечения биоты, включая человека; изучает поведение макро- и микробиофильных элементов, а также минеральных биогенных комплексов как ресурса жизнедеятельности биоты; исследует особенности использования минеральных ресурсов экогеологического пространства; определяет роль и место минерально-сырьевых ресурсов в сфере материального производства и социально-экономических аспектах общественного развития с учетом их ресурсного и экологического истощения; изучает проблемы восстановления и реабилитации ресурсного потенциала, рационального природо- и недропользования, размещения различных видов промышленных и бытовых отходов.

Экологическая геодинамика изучает природные палео- и современные геодинамические процессы, их связь с экологическими проблемами эволюции жизни на Земле, геодинамические, биологические, медицинские и социально-экономические критерии оценки экогеодинамических условий; исследует экологически опасные геологические процессы, систематизирует их и устанавливает факторы, определяющие возникновение и развитие катастрофических ситуаций и их экологические последствия; рассматривает современные геодинамические зоны и аномалии и оценивает роль человеческого фактора в возникновении чрезвычайных ситуаций; разрабатывает методы оценки последствий экологически опасных геологических процессов и управления возникающими в связи с ними рисками. Кроме того, здесь исследуются экологически опасные геодинамические процессы, обусловленные как естественными геологическими *эндогенными* и *экзогенными* процессами (землетрясения, вулканическая деятельность, обвалы, оползни, лавины и т.п.), так и *техногенными* процессами, обусловленными инженерной деятельностью человека (разработка месторождений полезных ископаемых, создание обширных водохранилищ, строительство круп-

ных городских агломераций и т.д.). Постоянное увеличение числа природных и природно-техногенных катастроф, при неуклонном росте интенсивности антропогенного воздействия, существенно повышает вероятность попадания в зону риска техногенных объектов повышенной экологической опасности [5]. В этой связи перед экологической геодинамикой возникает задача установления причин, прогнозирования и предупреждения таких катастроф на основе углубленного изучения особенностей строения земной коры, процессов, определяющих проявление современной тектоники, с целью выявления активных и потенциально опасных геодинамических зон.

Экологическая геохимия изучает закономерности формирования геохимической экологической функции экогеологического пространства; определяет формы нахождения, циклы массообмена, особенности распределения и миграции химических элементов в земной коре; рассматривает особенности биогеохимических циклов химических макро-, мезо- и микро-элементов в компонентах природной среды и их взаимодействие; устанавливает жизненно важные и вредные элементы и их соединения, включая органические; выделяет природные и природно-техногенные геохимические и биогеохимические поля и их аномалии; определяет критические нагрузки поллютантов на экосистемы экогеологического пространства; рассматривает природные и природно-техногенные проблемы нарушения биогеохимических циклов, а также оценивает воздействие природных и природно-техногенных геохимических полей и их аномалий на растительность, животный мир и человека [1, 9].

Экологическая геофизика устанавливает закономерности формирования геофизической экологической функции экогеологического пространства; изучает экологические свойства природных геофизических полей и их аномалий, таких как гравитационное, геомагнитное, температурное, электрическое и электромагнитное, вибрационное, поле ионизирующего излучения, а также техногенных геофизических полей и их аномалий; оценивает влияние природных и техногенных полей и их изменений на растительность, животный мир, включая человека; производит обоснование критериев оценки экогеологических условий (обстановки), нормативов, стандартов и лимитов, используемых при эколого-геофизической характеристике экогеологического пространства. Экологическая геофизика исследует естественные геофизические поля Земли в связи с тем, что, существуя с момента ее возникновения, они в значительной степени определили облик окружающей нас среды и обеспечили устойчивость к ней живых организмов. При этом любое изменение этих полей может оказывать (и оказывает) влияние (в т.ч. и негативное) на биоту и человека. Следует также иметь в виду, что воздействие естественных и искусственных геофизических полей на живые организмы обусловлено как их пространственно-временной структурой и физическими свойствами, так и особенностями

строения самих живых организмов, что определяет актуальность исследования влияния составляющих таких полей на биоту.

Региональная экологическая геология исследует пространственно-временные закономерности распространения и формирования экологических функций и свойств экогеологического пространства на основе структурного эколого-геологического районирования территорий; выполняет эколого-геологическую типизацию природных и природно-техногенных условий (обстановок); осуществляет ранжирование территорий криолитозоны по критериям, определяющим эколого-геологические особенности жизни биоты и человека; реконструирует палеоэкогеологические обстановки и осуществляет прогностические оценки изменения эколого-геологических условий в будущем; намечает пути рационального природо- и недропользования на основе природоохранной парадигмы.

Все **фундаментальные разделы** экологической геологии тесно связаны между собой и образуют **теоретическое ядро** экологической геологии [3]. Их содержание дополняется другими разделами теоретической экогеологии: экологической палеогеологией; экологической геологией шельфа морей и Мирового океана; экологической геокриологией, радиоэкогеологией и др. Перечисленные научные направления уступают по своему содержанию основным фундаментальным разделам, но вполне обоснованно занимают достойное место в общем объеме знаний теоретической экологической геологии, и, тем самым, определяют ее поступательное и гармоничное развитие.

Они связаны с реализацией теоретических знаний по изучению закономерностей формирования экологических функций экогеологического пространства, а также обоснования структуры критериев оценки их свойств и состояний. В перечень этих направлений входят: экологический и экогеологический мониторинг; полевые и лабораторные методы эколого-геологического анализа; изотопные методы эколого-геологического анализа; дистанционные методы экогеологических исследований; методы обработки эколого-геологической информации; экологическое и экогеологическое картографирование; методы биоиндикации и биотестирования экосистем; природоохранные методы использования техногенных месторождений; современные механизмы экологического регулирования управления природо- и недропользованием и др. Каждое из перечисленных разделов решает свои практические задачи. Круг таких задач постоянно растет, в этой связи постоянно возникают новые разделы практической экологической геологии, например, такие как экогеологические катастрофы и управление рисками; экологическая геология промышленных и городских агломераций; экогеологические условия управления и захоронения промышленных и бытовых отходов, в том числе радиоактивных, экологическая геология рекультивируемых территорий и др.

Следует также отметить, что проведение экогеологических исследований может характеризоваться разным масштабом, что позволяет подойти к разработке и обоснованию теоретических и методологических принципов создания эколого-геологических карт соответствующих масштабов. Определить полный перечень всех подразделов экологической геологии достаточно сложно, т.к. он постоянно дополняется и обновляется в соответствии с возникающими практическими нуждами.

Связь экологической геологии со смежными науками представлена на рис. 4, из которого следует соотношение основных блоков смежных наук и научных направлений.

Блок геологических наук представлен научными направлениями, которые имеют наибольшее значение для экологической геологии. К ним относятся геохимия, гидрогеология, инженерная геология, геология месторождений полезных ископаемых, геокриология, минералогия, тектоника, палеонтология и историческая геология, петрология осадочных и магматических пород, геофизика, изотопная геология, минералогия и др. При комплексном изучении экогеологических объектов используются такие методы геологического анализа как геохимический, геофизический, гидрогеологический, литологический, сравнительно-исторический, структурный, фациальный, физико-механический, формационный и др.

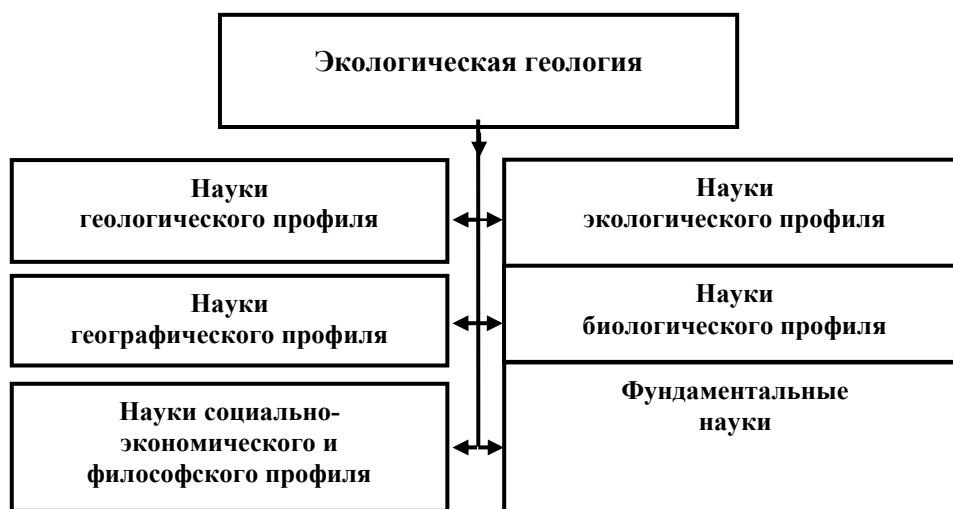


Рис.4. Связь экологической геологии со смежными науками

Блок экологических наук характеризует экологию живых организмов (биологическую экологию) и экологию сред жизни (геоэкологию). К первой группе относятся такие научные направления как эндобиоэкология, включающая молекулярную, морфологическую и физиологическую экологию, также экзобиоэкология с экологией особей, сообществ, популяций и человека. Ко второй группе (экологии сред жизни) относится собственно экологическая геология, экология водной и воздушной среды, экология ландшафтов, педосферы, инженерная экология и др. Структура экологии

живых организмов (биологической экологии) и экологии сред жизни (гео-экологии) представлена на Рис.3. Обе группы, в свою очередь, замыкаются на учение о биосфере. Теоретической и методической основой изучения и решения экологических проблем служит **системный экологический подход**, который предполагает пространственно-временное рассмотрение и оценку закономерностей формирования экосистем высокого уровня организации, в функциональном единстве их абиотической компоненты и биотической, с учетом антропогенного фактора. При этом **биотическая компонента** в рамках экологического подхода выступает в качестве центрального ядра.

Блок географических наук характеризует такие научные направления как геоботаника, геоморфология, гидрология, гидрохимия, климатология, ландшафтоведение, медицинская география и др.

Блок биологических наук характеризует такие научные направления как микробиология, гистология и цитология, ботаника, геоботаника, генетика, физиология и биохимия растений, зоология беспозвоночных и позвоночных, энтомология, гидробиология, биохимия, физиология человека и животных, физиология высшей нервной деятельности, почвоведение, агрохимия. К биологическому блоку примыкают также научные направления медицинского профиля, такие как эпидемиология, токсикология, экологическая медицина и др.

Блок фундаментальных наук включает математику, химию, физику. На их базе в естественных науках, в том числе и экологической геологии формулируются общие и частные законы, изучаются процессы, определяющие особенности формирования экологических функций и свойств экогеологического пространства, разрабатываются методы экогеологических исследований и прогнозируются возможные изменения экологических условий.

Блок наук философского и социально-экономического профиля определяет многие мировоззренческие проблемы экологической геологии, которые часто являются общепланетными. К таким проблемам относится происхождение жизни на Земле, закономерности функционирования экосистем, развития, эволюции и устойчивости биосферы, геологические формы движения материи, особенности коэволюционного характера развития общества и природы, в том числе, с учетом антропогенного воздействия на природные системы.

Среди наиболее важных в стратегическом отношении аспектов как экологической, так и экогеологической политики, следует выделить совершенствование и внедрение механизмов **рационального природо- и недропользования**.

Применение таких механизмов является одним из основных правовых инструментов при обосновании комплекса требований по рациональному

использованию недр и их охране на всех этапах разведки, разработки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

Так, верхняя наиболее доступная часть литогенной сферы Земли используются современным обществом, в основном, для добычи полезных ископаемых, хранения жидких и газообразных полезных ископаемых, размещения и захоронения токсичных бытовых, промышленных и радиоактивных отходов и сброса сточных вод.

Необходимость усовершенствования разнообразных видов управленческой деятельности, которая в последнее время обозначается понятием **«менеджмент»**. При этом менеджмент выступает как форма организации производственной деятельности, которая в той или иной степени связана с природо- и недропользованием, разработкой и внедрением малоотходных технологий и природоохранных мероприятий. Такой вид деятельности включает планирование и организацию недропользования, руководство и контроль за технологией природоохранного процесса, ведение кадровой политики и управление персоналом. Именно это обстоятельство определило начало формирования, развития экологического и, в частности, **экогеологического менеджмента** [3]. Следует отметить, что понятие экологического (экогеологического) менеджмента (также как и термина менеджмент) чаще используется для рассмотрения особенностей управления природоохранной деятельностью конкретного природо- и недропользователя. Обеспечение оперативной информацией и координация осуществляется другой управленческой функцией, имеющей название **контроллинг**, под которым понимается система, оказывающая поддержку менеджменту в вопросах информационного обеспечения и его анализа.

В зависимости от особенностей стратегии и тактики недропользователя в области природоохранной деятельности, экогеологический менеджмент может быть подразделен на активный и пассивный. При этом **активный экогеологический менеджмент** обычно имеет своей целью подготовку конкретного объекта недропользования к получению им, например, экологических лицензии, паспорта, сертификации и др. В англоязычной научной литературе данному виду менеджмента близки понятия **«ecological management»**, **«ecological management of Nature Resources»**, **«ecological management of Earth Resources»** под которыми, однако, понимается не только активный, но и креативный, т.е. менеджмент, подразумевающий созидательный подход к решению экогеологических проблем на уровне конкретного недропользователя. С другой стороны, **пассивный (реактивный) экологический менеджмент** ориентируется, в основном, на своевременное (как неизбежное) выполнение требований, утвержденных законодательно, в отношении охраны окружающей среды. В англоязычной литературе этой разновидности экологического и экогеологического менеджмента соответствуют термины **«environmental management»**, **«environmental management of Nature Resources»**, **«environmental**

management of Earth Resources», т.е. менеджмент природопользования или недропользования, являющийся, по своему характеру, пассивным (реактивным) экогеологическим менеджментом, с ориентацией на исполнительное обеспечение природоохранных функций.

В качестве примера относительного активного экологического менеджмента может служить процедура по оценке воздействия на состояние окружающей среды (ОВОС), регламентированная Федеральным законом «Об экологической экспертизе» и предназначенная для обеспечения структуры и процедуры сбора, учета и предоставления информации о характере и степени опасности всех потенциальных видов воздействия на окружающую природную среду предполагаемым к реализации природо- и недропользованием с целью комплексной оценки возможных негативных последствий, а также разработки мероприятий по предотвращению деградации природной (геологической) среды и сохранению благоприятных условий жизнедеятельности людей и биоты. В соответствии с Федеральным законом ОВОС осуществляется на предпроектных этапах предполагаемого недропользования и осуществляется в форме комплексного экологического мониторинга.

В качестве нормативной базы ОВОС выступают Федеральные природоохранные законы, постановления Правительства РФ, а также другие ведомственные нормативные документы.

Следовательно, если с точки зрения активного экологического менеджмента безупречная экологическая позиция исполнителя мероприятий ОВОС по предполагаемому недропользованию является преимуществом в общественном сознании, то с точки зрения пассивного (реактивного) экологического менеджмента его позиция в отношении охраны окружающей среды не только не способствует развитию предполагаемой производственной деятельности недропользователя, но может ее даже в определенной степени, ограничивать.

Следует также подчеркнуть, что активная природоохранная политика в рамках конкретного объекта природо- и недропользования возможна только при наличии развитой системы экологического (экогеологического) менеджмента, которая, чаще всего, организуется по инициативе его высшего звена. Участие же других звеньев персонала в процессе принятия решений по природоохранной политике способствует как повышению экологической культуры коллектива, так и развитию его инициативы по формированию и продвижению новых идей в природоохранной области, что, в свою очередь, способствует обновлению и совершенствованию самой системы экологического менеджмента.

Так, например, в условиях промышленного недропользования при обработке месторождений полезных ископаемых службой экогеологического менеджмента, которая обычно создается на объекте недропользования, должно уделяться особое внимание состоянию компонентов окружающей природной

среды, испытывающих наиболее интенсивное техногенное воздействие. При этом в качестве негативного техногенного воздействия на природную среду могут рассматриваться нерациональность эксплуатации отдельных участков месторождения, возможность возникновения сверхнормативных эксплуатационных потерь полезного ископаемого, использование под застройки подработанных участков земли, непосредственная подработка рек и других водных объектов, истощение и загрязнение поверхностных вод и подземных водоносных горизонтов, некачественная конструкция и эксплуатация полигонов, используемых для размещения твердых и жидких отходов, сверхлимитные сбросы и выбросы вредных веществ и т.д.

И, наконец, задачи производственной экополитики, решаемые службой экогеологического менеджмента, должны состоять в отказе недропользователя от использования вредных с экологической точки зрения производственных циклов, переориентации производства на эко-сертифицированные технологии, работающие на соответствующем природоохранном нормам оборудовании и ориентированные на минимизацию потребления ресурсов и энергии, а также на использование экологически чистых материалов.

Обеспечение проведения такого большого объема полноценных природоохранных работ возможно только при организации специальной службы экогеологического менеджмента. При этом поддержка службы экогеологического менеджмента в вопросах информационного обеспечения для планирования различных организационных мероприятий, контроля, обработки и анализа оперативной информации должно осуществляться системой экогеологического мониторинга.

Природоохранные мероприятия, которые должны проводиться службой экогеологического менеджмента на горно-обогатительных предприятиях в процессе разработки месторождений полезных ископаемых, приведены на рис.5.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что наличие системы экологического (экогеологического) менеджмента на объекте природо- и недропользования определяет организацию в его рамках управление, планирование и контроль в отношении охраны окружающей природной среды.

В странах с развитой рыночной экономикой очевидные успехи в области защиты окружающей природной среды, достигнутые в последние десятилетия, связаны в значительной мере именно в связи с широким развитием экологического менеджмента, а также такого механизма управления и регулирования природоохранного воздействия на окружающую природную среду, каким является экологический аудит. Сопоставление результатов, получаемых на основе экологического аудита, послужило предпосылкой для формирования стандартов качества экологического менеджмента. Первый европейский стандарт по экологическому менеджменту был введен в Великобритании в 1992 г. (British Standard for Environmental management systems – BS 7750), который быстро стал распространяться среди других стран Европы.

Несколько позже стандарт BS 7750 был использован в качестве основы для разработки Руководства Европейского Сообщества по экологическому менеджменту и экологическому аудиту 1836/93 Ecomanagement and audit scheme (EMAS), принятого Советом ЕС в 1993 г.

Созданные, в соответствии с требованиями EMAS системы управления, стандарты содержат государственные регуляторы деятельности по охране окружающей природной среды и конкретные требования к применяемым в природо- и недропользовании технологиям. Непременным условием данной системы является широкая информированность общественности и всех заинтересованных сторон о деятельности природо- и недропользователя, производимой им продукции, используемых материалов, ресурсах и т.д., а также распространение информации о его природоохранной деятельности не реже одного раза в год.

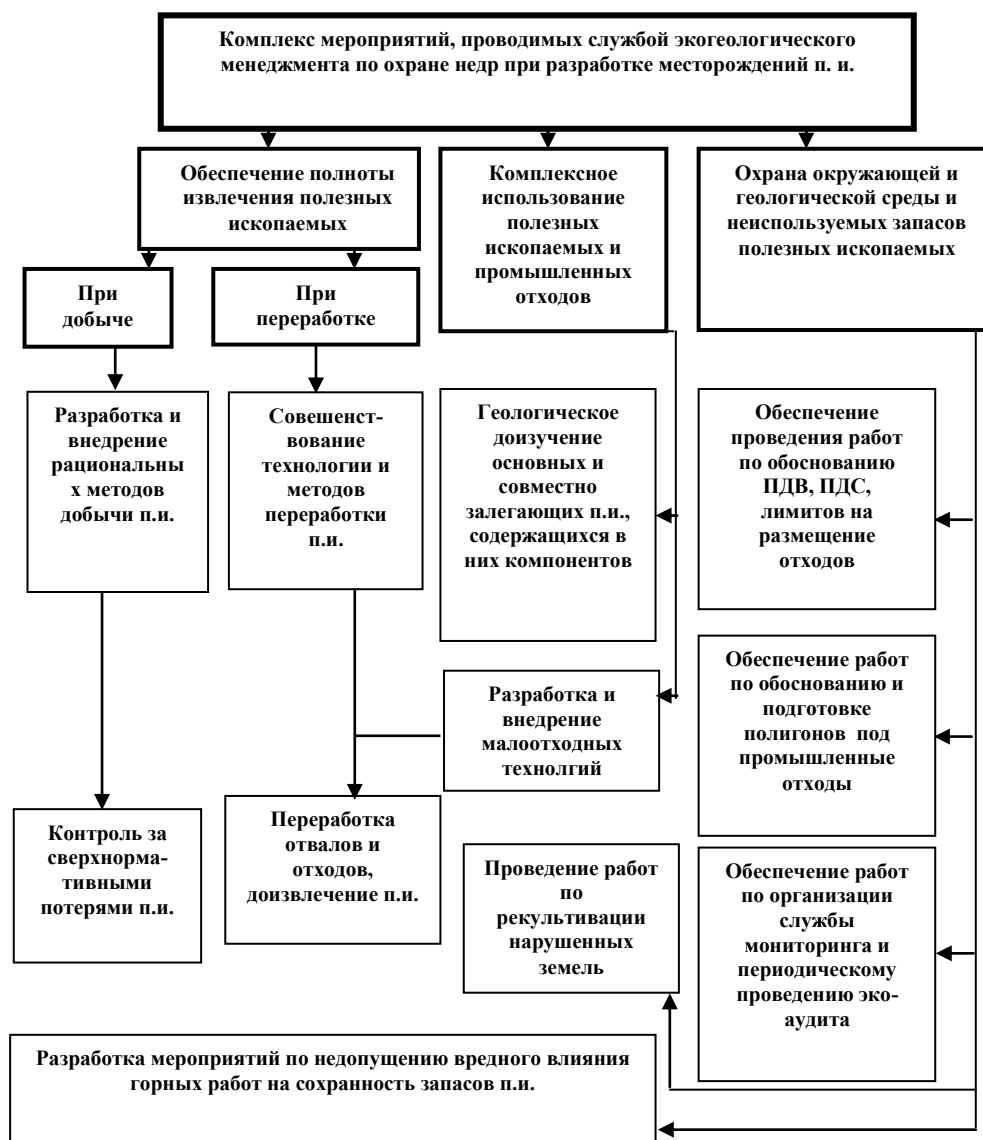


Рис.5. Схема мероприятий, проводимых службой экогеологического менеджмента при разработке месторождений полезных ископаемых

С созданием в 1993 г. при Международной организации ООН Технического комитета по стандартизации «Экологическое управление» (ISO/TC 207), была начата работа по разработке международных стандартов по экологическому менеджменту – стандартов 14 000. Приоритетной задачей комитета являлась разработка международных стандартов по таким направлениям, как: системы экологического управления; экологический аудит; экологическая маркировка; оценка характеристик экологичности; оценка жизненного цикла; термины и определения, а также разработка природоохранных требований к стандартам на выпускаемую продукцию. Основой для них послужили британский стандарт BS 7750, а также уже существовавшие стандарты по системам контроля качества продукции – стандарты ISO серии 9000.

Система международных стандартов ISO серии 14 000 в целом ориентирована не столько на замену национальных нормативов и стандартов, сколько на разработку методов управления природоохранной деятельностью на уровне конкретного природо- и недропользователя, а также на национальном и международном уровнях (табл.1) [3].

При этом стандарты ISO выработаны с учетом положительно зарекомендовавшей себя концепции «глобального управления качеством» (total quality management), в которой одним из основных условий достижения экологически безопасного качества продукции являлось создание надлежащей организационной структуры и распределение ответственности на региональном уровне.

В соответствии со стандартами ISO серии 14 000 система управления окружающей природной средой – это часть общей системы экологического менеджмента, включающей организационную структуру, планирование, ответственность, методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и поддержания экологической политики.

Созданные в соответствии со стандартами ISO системы управления могут быть сертифицированы на соответствие этим стандартам. В этой связи Европейское экономическое сообщество объявило о намерении допускать на рынок стран содружества продукцию только сертифицированных в соответствии с требованиями ISO или EMAS компаний. Значительное увеличение компаний различных стран мира, желающих пройти сертификацию на соответствие стандартам ISO, становится основным рыночным инструментом, регулирующим и стимулирующим природоохранную деятельность в современном мире.

Таким образом, в рамках экологической геологии как научного направления, развивающегося на стыке экологии и геологии, в настоящее время активно формируется новый самостоятельный научный раздел (дисциплина), который может быть определен как экологический (экогеологический) менеджмент. Данный раздел представляет собой, в основном, сис-

тему организации природоохранной деятельности, способствующей решению задач, в отношении управления, планирования и контроля их деятельности в сфере природо- и недропользования.

Таблица 1.

Перечень стандартов, проектов международных стандартов (ПМС) и проектов комитетов (ПК)

№ стандарта	Наименование стандарта
14 001	Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.
14 004	Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования.
14 010	Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы.
14 011	Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита. Проведение аудита систем управления окружающей средой.
14 012	Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии.
ПК 14 013	Экологический аудит. Управление программами экологического аудита
ПК 14 015	Экологическое управление. Оценка объекта (места размещения)
ПМС 14 020	Экологическая маркировка. Основные принципы.
ПМС 14 021	Экологическая маркировка. Декларация. Термины и определения.
ПМС 14 022	Экологическая маркировка. Декларация. Этикетки.
ПМС 14 023	Экологическая маркировка. Декларация. Методы испытаний и верификации.
ПМС 14 024	Экологическая маркировка по типу I. Основные принципы и процедуры.
ПК 14 025	Экологическая маркировка по типу III. Основные принципы и процедуры.
ПК 14 031	Экологическое управление. Руководство по оценке характеристик экологичности.
14 040	Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.
ПМС 14 041	Оценка жизненного цикла. Параметрический анализ жизненного цикла.
ПК 14 042	Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия на окружающую среду.
ПК 14 043	Оценка жизненного цикла. Интерпретация результатов.
ПМС 14 050	Экологическое управление. Термины и определения.
Руководство ИСО 64	Руководство по включению экологических аспектов в стандарты на продукцию

Литература:

1. Беляев А.М., Иванюкович Г.А., Куриленко В.В., Хайкович И.М. Радиоэкогеология. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – 324 с.
2. Куриленко В.В. Основные проблемы экологической геологии и современной экополитики в области рационального природо- и недропользования // Сб. статей: – СПб.: Изд. С.-Петербургского ун-та, 1999. – С. 9-35.
3. Куриленко В.В. Основы управления природо- и недропользования. Экологический менеджмент. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та. 2000. – 219 с.

4. Куриленко В.В. и др. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем // Под ред. Куриленко В.В. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. – 448 с.
5. Куриленко В.В., Осмоловская Н.Г. Биоиндикационная роль высших растений при диагностике загрязнений водных экосистем // Водные ресурсы, 2007. Т. 34, № 7. С. 1-8.
6. Куриленко В.В. Структура экологической геологии, взаимосвязь с естественными науками и профессиональные компетенции эколога геолога // Материалы десятой конференции «Школа-2009 / Под ред. В.Т. Трофимова и В.В. Куриленко. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2009. – С. 32-44.
7. Куриленко В.В., Хайкович И.М. Структура экологической геологии и её взаимосвязь с естественными науками Вестник Санкт-Петербургского университета. серия 7: Геология, география. 2012. №4. – С. 48-59.
8. Осипов В.И. Геоэкология: понятия, задачи, приоритеты // Геоэкология. 1997. Вып. 1. – С.3-1.
9. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Изд. Недра. 1990. – 335 с.
10. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Аверкина Т.И. Теория и методология экологической геологии. – М.: МГУ, 1997. – 368 с.
11. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – 415 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОГРАНИЧНОГО ГЛИНИСТОГО ГОРИЗОНТА МЕЛ-ПАЛЕОГЕНОВОГО ВОЗРАСТА РАЗРЕЗОВ ЗАРУБЕЖНОЙ ЕВРОПЫ

Егоров П.И., Лосев А.С., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Изменение природных обстановок находит свое отражение в составе морских отложений, которые содержат в себе наиболее полную и объективную информацию о палеоэкологических обстановках, существовавших не только в самих водоемах, но и на суше. Изучение макро- и микроэлементного состава осадочного разреза позволяет проследить изменение ряда параметров во времени [2, 3]. На сегодняшний день в отечественной науке недостаточно геохимических данных характеризующих геологические разрезы мел-палеогенового времени. К границе мела и палеогена приурочено уникальное образование – пограничный глинистый горизонт (boundary clay, ПГГ). Дискуссия о его происхождении ведется с момента его обнаружения в 1978г. [4, 5]. Он присутствует лишь в полных разрезах и представляет собой маломощный прослой глинистого состава. Он сложен либо чистой глиной, либо – известковистой глиной, мергелем или глинистым известняком. Распространение ПГГ в морских отложениях прослежено глобально как на континентах, так и в океанах. Его аналоги установлены в континентальных разрезах США и ПГГ свойственна некоторые уникальные особенности, среди которых иридиевая аномалия. Иридий – серебристо-белый металл, очень твердый, тяжелый и прочный. Запасы иридия на Земле невелики. Иридиевая аномалия, приуроченная к горным

породам разных возрастов (известны иридиевые аномалии в разрезах палеозоя, мезозоя и кайнозоя). Актуальность исследования заключается в необходимости геохимического исследования пограничного глинистого горизонта приуроченного к границе двух геологических эр.

Целью настоящей работы является установление геохимических и морфометрических особенностей пограничного глинистого горизонта образовавшегося в мел-палеогеновое время, методами электронной микроскопии. Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи: 1) произвести сбор и анализ полевых материалов с основных мировых мел-палеогеновых разрезов; 2) произвести статистическую обработку полученных результатов; 3) установить характер геохимических особенностей ПГГ мела-палеогена.

В основу работы легли результаты исследований на опорных разрезах – природный центр Стивнс Клинт (Дания), обнажение Баклинская куэста (Украина), геологические обнажения городов Губбио (Италия) и Сумайя (Испания).

Выбор метода исследования, продиктован необходимостью осветить в русскоязычной литературе научную проблематику долгое время находившейся в недосягаемости для российских учёных. Важным обстоятельством выбора электронной микроскопии в качестве основного метода исследования является фактическое отсутствие в литературе, особенно отечественной, геохимической и морфологической характеристики ПГГ мела-палеогена.

Электронно-микроскопические исследования проводились на растровом электронном микроскопе (РЭМ) ZEISS EVO-40 при энергии электронного пучка $E=30$ кэВ, что обеспечивало ориентировочную глубину анализа 10 мкм [1, 7]. Результаты РЭМ-изображений приводятся для двух режимов регистрации: а) режим регистрации вторичных электронов SE1, определяющий морфологию поверхности (рис. 1а), б) режим регистрации обратно отраженных электронов CZ BSD, определяющий, главным образом, элементный состав исследуемой области – чем ярче изображение, тем больше среднее Z (атомный номер элементов) области (рис. 1б).

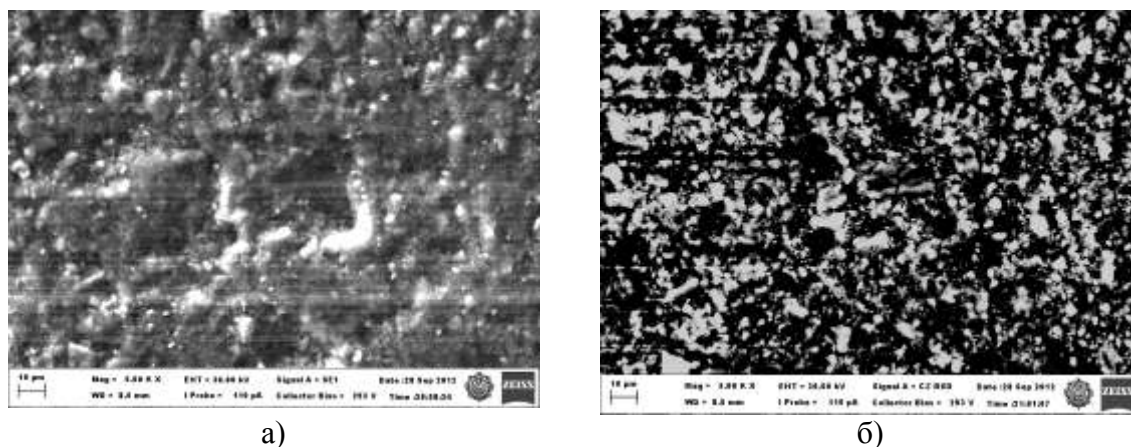


Рис. 1. РЭМ-изображение поверхности образца ПГГ обнажения Губбио: а) в режиме регистрации вторичных электронов, б) в режиме регистрации обратно отраженных электронов

Проведенные исследования наличия Ir в исследуемых образцах ПГГ не обнаружили, что говорит о локальном распространении иридиевой аномалии даже в пределах ПГГ. Отмеченные превышения иридия Альваресами в Губбио, а Кристенсенем [6] в Стивнс Клинте не находят себя в ПГГ разреза Сумайя, так и в ПГГ разреза Баклинская куэста впервые исследованного в данной работе. Теория об импактной причине биотического кризиса произошедшего на границе мела-палеогена, таким образом, ставится нами под сомнение.

В связи с обнаружением в августе 2008г. проф. Е.М. Нестеровым ПГГ в разрезе Баклинская куэста, Крымского полуострова, особый интерес представляло установление геохимических особенностей этого глинистого горизонта и сопоставление его минерального и элементного состава с ПГГ других регионов. При проведении автором сравнительного анализа глинистого прослоя разреза Баклинская куэста и пограничных глинистых образований другого разреза умеренного пояса Стивнс Клинт, обнаружен ряд общих черт.

Пограничные глинистые слои датского разреза Стивнс Клинт имеют большую мощность и значительно более сложное строение. Глины Стивнс Клинта состоят из трёх последовательных слоёв, каждый из которых имеет свои геохимические особенности. ПГГ Баклинское куэсты это тонко трёхсантиметровое образование, отложенное, по-видимому, в спокойных условиях, образовавшихся в результате особенностей морфологии дна. Геохимически этот прослой больше всего схож со слоем Стивнс Клинта, который отложился позже других.

Таким образом, осадки морского бассейна, сформировавшегося на территории современного Крыма в мел-палеогеновое время, обладают характерными особенностями, позволяющими произвести их детальное расчленение по данным геохимического анализа и впервые выделить специфичный пограничный глинистый горизонт. Находка пограничного глинистого горизонта в мел-палеогеновых отложениях Крымского полуострова ещё раз подчёркивает глобальность распространения пограничных глин. По-видимому, они могут являться маркирующим горизонтом, а значит необходимо искать новые глинистые образования, приуроченные к границе мела-палеогена в Крыму. Пограничные отложения мела-палеогена территории Крыма претерпели размыв, предположительно около 20 метров осадка было уничтожено. Однако находка тонкого глинистого прослоя в разрезе Баклинская куэста обращает на себя внимания и требует дальнейшего детального изучения. Используемый в работе метод электронной микроскопии, а так же сравнительный анализ геохимического состава глин Крыма и прочих пограничных образований подтверждают предположение, сделанное в результате находки, о наличии в разрезах Крыма ПГГ, что подчёркивает уникальность и распространённость этого слоя в геологических разрезах различных материков.

Работа выполнена в рамках программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Бронштейн И.М., Фрайман Б.С. Вторичная электронная эмиссия. М.: Наука, 1969. – 407 с.
2. Нестеров Е.М., Кулькова М.А., Егоров П.И., Морозов Д.А., Маркова М.А., Субетто Д.А., Шмитт Е.В. Геохимические критерии в оценке геоэкологической обстановки береговой зоны Финского залива в голоцене // Ж. «Вестник МАНЭБ. Научно-технический журнал Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы». – Т.15. – №5. – 2011. – С.13-24.
3. Alvarez, W., and Lowrie, W. Upper Cretaceous paleomagnetic stratigraphy at Moria (Umbrian Apennines, Italy): Verification of the Gubbio section. *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 55, 1978. – Pp. 1-17.
4. Weber K.H., Eine einfache Reichweite-Energie-Beziehung für Elektronen im Energiebereich von 3 keV bis 3 MeV. // *Nucl. Instr. a. Methods.* V. 25. № 2. – Pp. 261. 1964

PATHWAYS OF METALS FROM THE LITHOSPHERE TO THE BIOSPHERE; EVIDENCE OF NATURAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Sundblad K.¹, Valkama M.¹, Nigel J. Cook², Nygård R.¹, Penttinen K.¹, Myllymäki S.¹, Korkka-Niemi K.³, Vario E.¹

¹*Department of Geography and Geology, University of Turku, Finland*

²*Centre for Tectonics, Resources and Exploration (TRaX), Un. of Adelaide, Australia*

³*Department of Geosciences and Geography, University of Helsinki, Finland*

Introduction

Environmental problems are generally defined as human interference with the natural environment, e.g. when toxic material is accumulated into the natural environment or when the climate changes. In this way, it is often assumed that the “real” nature has a certain norm which is free from metals or other poisonous compounds and that any deviation from this norm must be human-induced. The facts that that our planet is the source and host for almost all known elements (including U, As and Cd) and that the climate has changed numerous times during the more than four billion long history of Mother Earth are thus often forgotten in the public debate. In this contribution, the results from an integrated project on geology and geochemistry on bedrock, soil, water and berries in SE Finland is reported.

Veins in the bedrock

Numerous polymetallic quartz and greisen veins are known in the western margin of the 1.65 Ga Wiborg rapakivi batholith, southeastern Finland. The most spectacular have been found in the Sarvlaxviken area. The polymetallic

quartz veins are best documented east of the Sarvlaxviken bay where they are 320 enriched in Cu, As, In, Sn, W, Bi, Be, Pb, Cd, Mn, Ga, Zn and Ag, with specific geochemical signatures in each vein population. Each vein has a characteristic geochemical composition and mineral assemblage but they still can be divided into five groups: The Korsvik group is enriched in Cu, In, As and Bi; locally also Sn, Mn and W. The In contents of these veins are very high, up to 1,490 ppm, and roquesite (CuInS₂) is the main In-carrier. Chalcopyrite, bornite, stannoidite, arsenopyrite, cassiterite and wolframite are also abundant. The Högberget group is enriched in Cu, In, As, Sn, Bi, Be, W, Zn, Pb, Cd, Mn and Ga. It is dominated by arsenopyrite with sphalerite, wolframite, chalcopyrite and cassiterite as accessories. The Korsvikberget group is strongly enriched in As (up to 17.3 %) with lesser amounts of Sn, Bi and In. Arsenopyrite predominate (99%) with a few grains of pyrite, bornite, sphalerite and ilmenite. The Virbäcken group is enriched in Cu, In, Ag, As, Bi, Be and W and characterized by chalcopyrite with accessory arsenopyrite, sphalerite, cassiterite, Bi-minerals (native bismuth, bismuthinite and emplectite) and Ag-minerals (e.g. Ag-bearing cosalite). The Mjölknäs group is enriched in Zn, Pb, Cd and Mn and dominated by sphalerite and galena.

Vein in boulders

Polymetallic greisen veins have also been recognized in locally-derived ore boulders west and south of Sarvlaxviken with various metal signatures (e.g. Zn-Cd-In, As-U and Cu-Zn-Cd-In-Bi).

Soil geochemistry (and magnetometry) anomalies

Based on more than 1000 soil samples in the Sarvlaxviken area, several soil anomaly populations have been identified:

a) The anomalies east of Sarvlaxviken fit nicely to the specific geochemical signatures in each of the Korsvik, Korsvikbergen, Högberget and Virbäcken veins, showing that the distance to the metal sources must be very short (< 50 m). At Högberget, a cm-wide metal-rich vein was known in the rapakivi granite and surrounded by a soil cover with high metal contents, among which up to 37 ppm As, 23 ppm Sn, 0.7 ppm In and 0.6 ppm Cd were noted. The extensive distribution of each soil anomaly indicates that many more veins must exist in each of these vein populations.

b) The anomalies in the Marviken-Stormossen area, west of Sarvlaxviken are characterized by Zn, Cd, In, Fe, Mn, Sn and Pb and form a semi-continuous km-long arc-shaped structure. They coincide with a distinct magnetometry anomaly. It is assumed that polymetallic greisen veins, rather than quartz veins, constitute the source for this soil anomaly.

c) A km-long, EW-trending Zn-Cd-In anomaly occurs at Lillträsket, even further west of Sarvlaxviken. The presence of a 0.5 m thick, Zn-Cd-In-rich 321 greisen vein in a local boulder suggests that this ore type is the source for this soil anomaly.

d) A poorly defined As-In-Sn-Zn anomaly at Strömslandet, south of Sarvlaxviken, coincides with polymetallic greisen veins in several shorttransported boulders.

Bedrock observations indicate that the mineralizations responsible for soil anomalies a, b and d are hosted by coarse-grained wiborgitic rapakivi granites, although close to km-sized medium-grained rapakivi granite stocks. The presumed greisen mineralization at Lillträsket appears to extend from rapakivi granites into Svecofennian rocks. Groundwater geochemistry Groundwater was collected in the Sarvlaxviken area from ditches or dug pits using mini-piezometers to assess the metal concentrations of waters near the bedrock and soil anomalies. Alkalinity, EC, pH, main ions, F and some trace elements (Cu, Zn, Pb, Sn, As, In, Cd) were analysed in these water samples. A water sample, collected 11 metres from the Högberget vein, turned out to be very acid (pH 3.6) and to have high contents of the same metals (Zn, As, Cd, Sn, Pb, In) that had been encountered in the adjacent bed rock vein and soil.

Geochemistry of berries

Blueberry and raspberry samples were collected in the same area as the metal-rich soil and water. Raspberries picked 300 metres down-hill from the metal rich bedrock, had so high Cd contents that they exceeded the acceptance levels for human food. Blueberries showed also anomalous metal contents, particularly with respect to Cd.

Conclusions

The soil and magnetometry anomalies as well as the vein/boulder discoveries and bedrock observations show that the western margin of the Wiborg batholith is intensely mineralized with polymetallic quartz and greisen veins.

The geochemical pathway of metals from a metal-rich vein through soil and water into the berries is obvious in the Sarvlaxviken area. There is no connection to any anthropogenic source for this metal-rich geochemical environment; it is simply a reflection of geological processes with a clear influence on the berries.

ГЕОХИМИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА

Дербенёв И.В., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Валаамский архипелаг помимо историко-культурного и духовного значения представляет собой действующую уникальную естественную лабораторию, удобную для исследовательской работы, тем более что все её богатства собраны на небольшой и легкодоступной территории. На Валааме практически отсутствуют локальные источники химического загрязнения, а загрязнения от удаленных промышленных районов носят нерегулярный характер. Особенностью архипелага, удивляющего исследователя любого

направления, является разнообразие природных сообществ, растительных и животных видов, микроландшафтов на относительно небольшой территории.

Несмотря на то, что изучение Валаамского архипелага началось с конца XVII века и продолжается по сей день, на многие вопросы исследователи так и не смогли найти окончательного ответа. До сих пор остаются открытыми вопросы об этапах формирования Ладожского озера, времени образования Невы и, как следствие, образования Валаамского архипелага, появления человека на Валааме и т.д. Изучение геохимии донных осадков позволяет выявить этапы изменения уровня древней Ладоги, характер эволюции окружающей среды после выхода острова на дневную поверхность, оценить степень воздействия различных факторов на геохимию его внутренних озёр [1]. Цель работы заключается в изучении особенностей распределения химических элементов и породообразующих оксидов в донных отложениях внутренних озёр Валаамского архипелага и определении особенностей осадконакопления в голоцене.

В основу работы легли результаты тематических исследований на опорном участке Урочище Тихойнинсилти (болото в центральной части о. Валаам). Основой фактического материала исследования явились керны донных отложений рассматриваемого водоема. Отбор образцов производился Нестеровым Е.М., Гильдиным С.М., Марковым В.Е. в 2009 году с помощью озерного и торфяного буров. Автором было проанализировано более 420 образцов в лаборатории Геохимии окружающей среды имени А.Е. Ферсмана следующими методами исследования:

- выполнение измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV»;
- статистическая обработка данных с помощью пакета прикладных программ Statistics 6.0;

На основании описания отобранных образцов были построены колонка донных отложений и графики распределения элементов и оксидов по разрезу (рис. 1).

Описание разреза донных отложений и графиков распределения элементов позволило выделить следующие этапы:

1-й этап (850-210 см) – накопление глинистой толщи, сформировавшейся в относительно глубоководных условиях, скрытых Ладожским водоёмом.

2-й этап (210-150 см) – образование супесчаного слоя. Песчаные отложения свидетельствуют о падении уровня Ладожского озера и установлении условий, характерных для мелководных прибрежных обстановок. Скорее всего, на данном этапе происходит отделение Урочища Тихойнинсилти от Ладоги.

3-й этап (150-30 см) – накопление толщи илов с большим количеством неразложившейся органики в изолированном водоёме. Эти донные осадки

формировались в условиях, когда рассматриваемый объект был сформирован, и осадкообразование в водоеме приобрело самостоятельный характер.

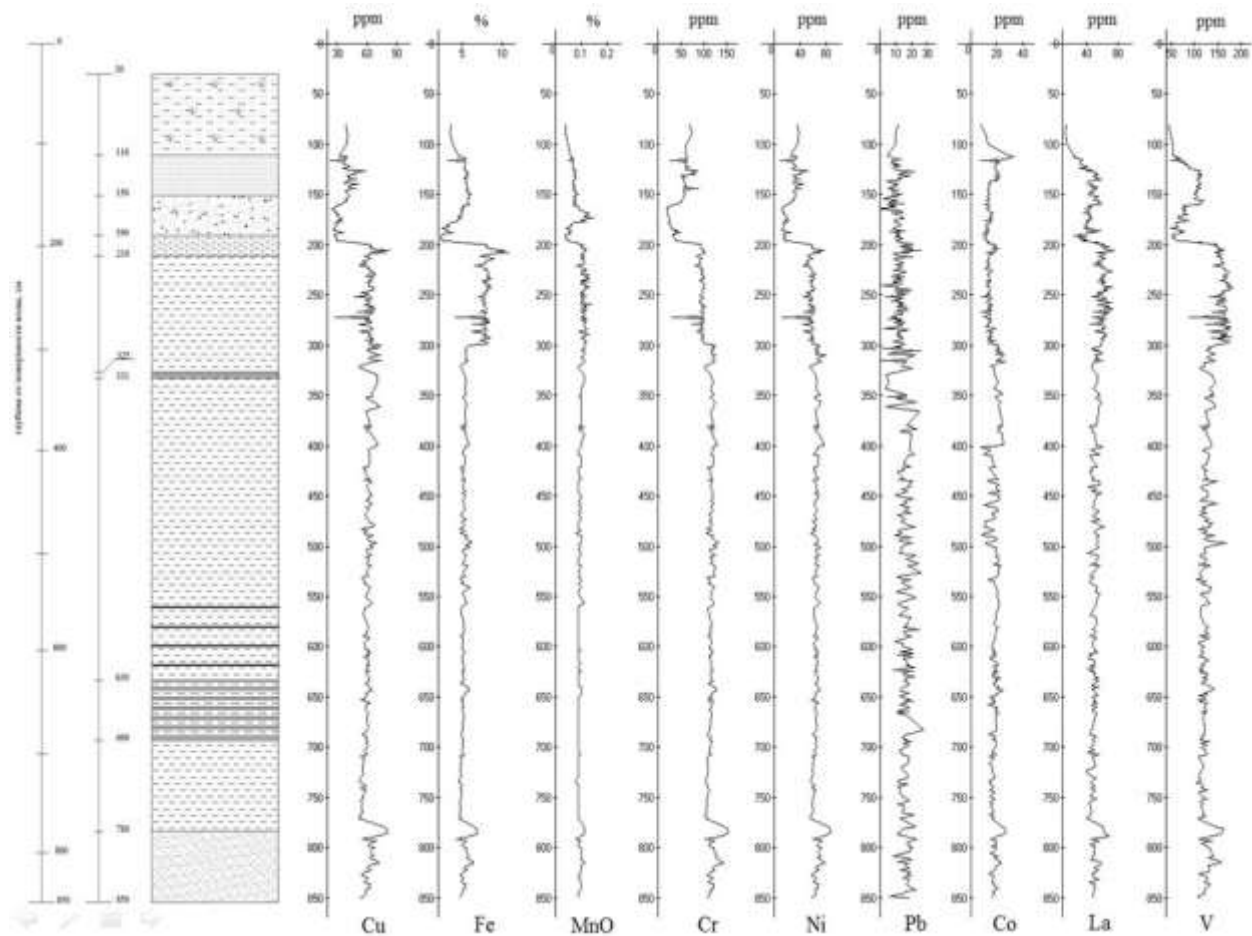


Рис. 1. Распределение химических элементов по разрезу донных отложений урочища Тихойнинсилти (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppm; %)

Таким образом, каждый новый этап в осадкообразовании рассматриваемого нами внутреннего водоема Валаама, связанный со сменой природных обстановок, характеризуется изменением геохимических условий окружающей среды, что фиксируется автором по распределению содержаний химических элементов и оксидов по разрезу донных отложений.

Анализ геохимических данных по донным отложениям разреза Урочища Тихойнинсилти показал, что разброс значений концентраций незначительный. Исключение составляют **Na₂O**, **As** и особенно **Nb**.

Сравнение кларков концентраций элементов в рассматриваемом разрезе обнаруживает следующие особенности: большинство элементов присутствуют в отложениях в концентрациях, приближающихся или равных кларковому значению ($K_k=0,7-1,4$). **MnO**, **Sr**, **Nb** обнаруживают значения концентраций ниже кларковых ($K_k=0,3-0,6$). **La**, **Y** находятся в отложениях в концентрациях, превышающих кларк ($K_k=1,4$), однако и это превышение незначительно. Исключение составляет **As** ($K_k=2,9$).

Факторный анализ донных отложений Урочища Тихойнинсилти выявил положительную корреляционную связь между концентрациями большинства элементов. Анализ корреляционных матриц показал, что для большинства элементов характерна сильная прямая связь. Установлены достаточно надёжные связи элементов с **V, Cr, Cu**.

Анализ главных компонент показал, что веса двух значимых факторов составляют 67%. Фактор 1 описывает 45% изменчивости исходных признаков. Наиболее тесную связь с ними имеют (в порядке ослабления связи) **Ni, MgO, Cr, Cu, SiO₂**. Для фактора 2 (22% изменчивости исходных признаков) установлена высокая связь с **Fe, Zr, Na₂O**.

По первому фактору выделяются следующие ассоциации: 1) **V, MnO, Al₂O₃** и 2) **Rb, Cr, Cu, Ni, MgO**.

Факторный анализ позволил также определить влияние факторных нагрузок в зависимости от глубины донных отложений. Выделяются три зоны с различной геохимией: 30-150 см, 150-210 см, 210-850 см, что можно считать подтверждением выделенных этапов осадконакопления, сделанных на основе описания разреза донных отложений и элементных графиков. Результаты кластерного анализа подтвердили ассоциации: **V-Al₂O₃** и **Rb-Cr-Cu-Ni-MgO**.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература

Марков В.Е., Морозов Д.А., Гильдин С.М. Геоэкологические особенности позднеголоценового седиментогенеза внутренних водоемов Валаамского архипелага // Вестник МАНЭБ. Серия Геоэкология. – Т. 15, № 5. – 2011 – С.24-28.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДУДЕРГОФСКОГО ОЗЕРА

*Морозов Д.А., Черкашина М.А., Нестерова Л.М.
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Геохимические исследования окружающей среды являются одной из актуальнейших задач современного естествознания. Донные отложения как наиболее стабильный компонент водных систем представляют собой уникальный архив информации об изменениях, как в самих водоемах, так и в окружающих их ландшафтах [4, 5]. Изучение донных отложений водоемов окрестностей Санкт-Петербурга дает возможность сформировать представление не только об эволюции естественных условий, но и определить степень антропогенного воздействия на разных этапах развития урбанизированной среды.

Для достоверной реконструкции особенностей эволюции водных объектов и окружающих их водосборных территориях, составляющих взаимосвязанную систему, а также выяснения их современного геоэкологического состояния, существенное значение имеет выбор опорных участков. Дудергофские высоты представляют собой интерес как объект, расположенный в урбанизированной среде, и одновременно служащий территорией преимущественно рекреационного назначения.

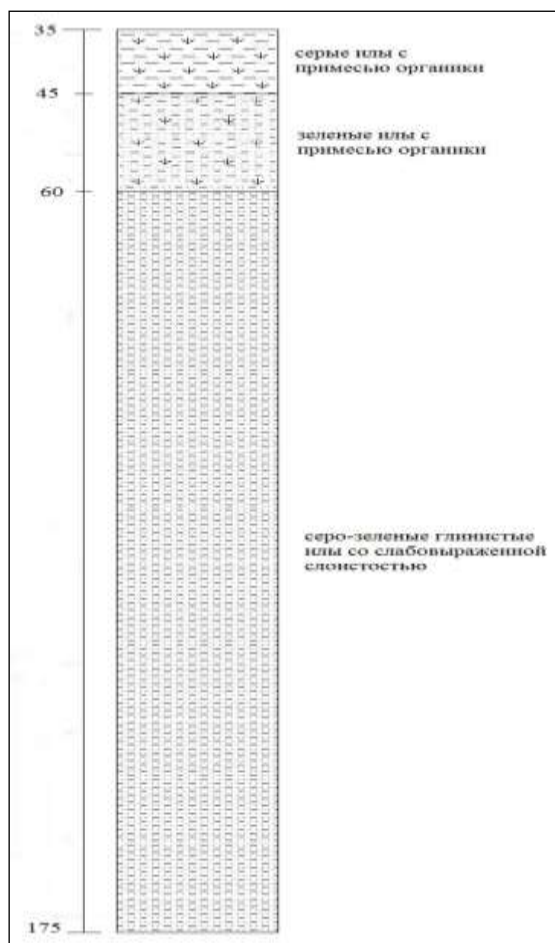
Геологическое строение Дудергофской возвышенности не менее 150 лет служит предметом довольно оживленных дискуссий. Условия залегания, мощность и облик пород, слагающих Дудергофские высоты, аномальны для окружающей территории и свидетельствуют о наличии крупной дислокации пород. Почвообразующие породы представлены моренными глинами и суглинками, нередко с валунами и щебнем известняка.

Заселение Ижорской возвышенности славянами началось не позже X века. Предположительно, на рубеже XV и XVI веков Дудергофские высоты были преимущественно покрыты ельником, т.к. сильнощебнистые почвы и крутые склоны являлись препятствием для сельскохозяйственного освоения. Активное окультуривание естественного лесного массива началось в 1839, был создан ландшафтный парк «Нагорный». При его устройстве был сохранен естественный древостой, который преобразовали за счет ландшафтных рубок, открывавших перспективы, и посадок широколиственных лесов, а также декоративных кустарников. Значительный ущерб ландшафтам был нанесен в 1970-1980-х. Здесь был возведен ряд сооружений, резко дисгармонирующих с исторической и природной средой. Негативное влияние увеличивалось и по мере развития дорожной сети. В современном рельефе Дудергофских высот немалую роль играют отрицательные микро- и мезоформы, которые появились во время ВОВ – окопы, траншеи, блиндажи, мелкие карьеры. Немалое влияние на геохимию отложений оказывает и бытовой мусор – неизбежное следствие использования природной территории для рекреационных целей [1].

Полевые исследования проводились в марте 2012 года. Основой фактического материала исследования явились керны донных отложений, на основе которых была построена сводная колонка (рис.1). Отбор проб донных отложений производился со льда с помощью озерного бура. Общая мощность отобранных кернов составила 140 см. Подготовка проб к анализу проводилась в соответствии с гостированными методиками. Образцы анализировались в лаборатории Геохимии окружающей среды им. А.Е. Ферсмана на базе кафедры геологии и геоэкологии РГПУ им. А.И. Герцена рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Определялись содержания ряда химических элементов и оксидов. Целью работы было изучение особенностей распределения и концентрации ряда элементов в донных отложениях, установление закономер-

ностей и этапов эволюции водоема методами геохимической индикации событий естественной и антропогенной истории.

Описание разреза, вскрытого скважиной, показывает, что преобладают серо-зеленые глинистые илы со слабовыраженной слоистостью, представленные на глубинах 60-175 см. В



верхней части разреза (35-60 см) зафиксированы илы со значительной примесью органического материала. Их цвет вниз по разрезу меняется от серого к зеленому, при этом граница этого перехода фиксируется на глубине 45 см.

Результаты геохимического изучения показали, что содержание основных породообразующих оксидов в целом соответствует среднему химическому составу глинистых отложений Русской платформы [6]. Некоторые различия обусловлены геохимической спецификой области сноса на разных этапах формирования осадка. Отмечается четырехкратное превышение значения среднего содержания P_2O_5 , а также незначительно повышенное содержание Na_2O и CaO (табл.1).

Рис. 1. Сводная колонка донных отложений Дудергофского озера

Таблица 1. Содержание основных породообразующих оксидов в донных отложениях Дудергофского озера

Оксид	Min, %	Max, %	Стандартное отклонение	Среднее, %	Глины Русской платформы[6]
SiO_2	47,76	55,43	1,89	51,82	52,38
Al_2O_3	10,17	17,25	1,91	13,78	15,3
TiO_2	0,56	0,94	0,11	0,75	0,85
MnO	0,06	0,12	0,02	0,09	0,09
MgO	2,35	4,44	0,6	3,18	3,02
K_2O	3,29	4,8	0,41	4	3,89
CaO	3,04	13,07	2,9	7,16	5,55
Na_2O	0,58	8,41	0,37	1,17	0,82
P_2O_5	0,4	0,7	0,07	0,48	0,12

На основании статистической обработки результатов нами были построены графики распределения химических элементов и оксидов по раз-

резу донных отложений. Распределение концентраций всех исследуемых элементов представлено на рисунках 2-4.

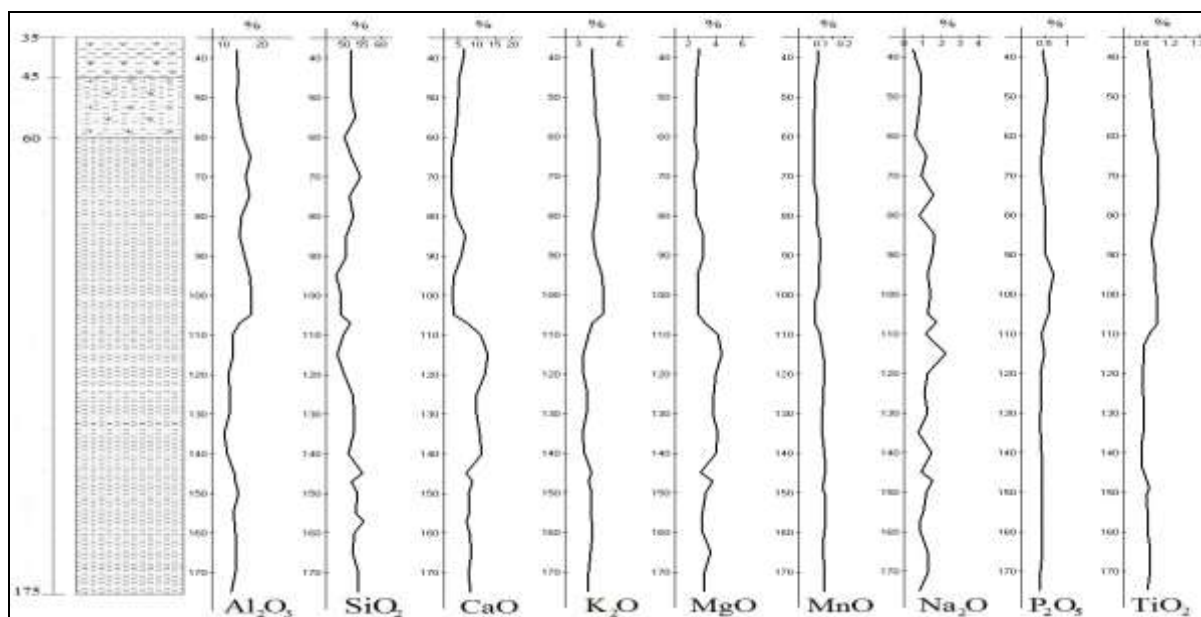


Рис. 2. Распределение оксидов по разрезу донных осадков Дудергофского озера

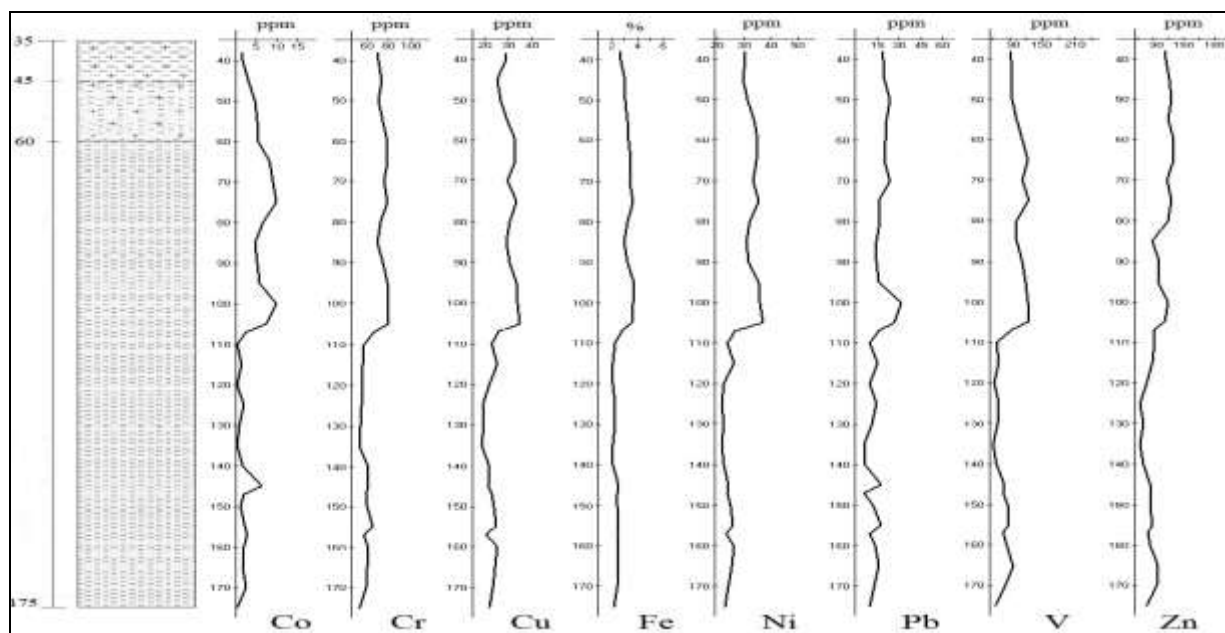


Рис. 3. Распределение Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, V, Zn по разрезу донных осадков Дудергофского озера

Анализ графиков распределения позволил оценить характер распределения валовых содержаний микроэлементов в толщах послеледниковых отложений. Выделены два интервала с заметно различающейся геохимией для нескольких анализируемых компонентов. Глубины 35-110 см характеризуются повышенным значением концентраций для Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn, V, Pb, Ba, Rb, Y, а также для оксидов алюминия, калия и титана. Оксиды Ca и Mg на этих глубинах имеют самые низкие значения своих concentra-

ций. As, La, Sr, Zr, Nb не проявляют выраженных закономерностей в распределении величин своих концентраций.

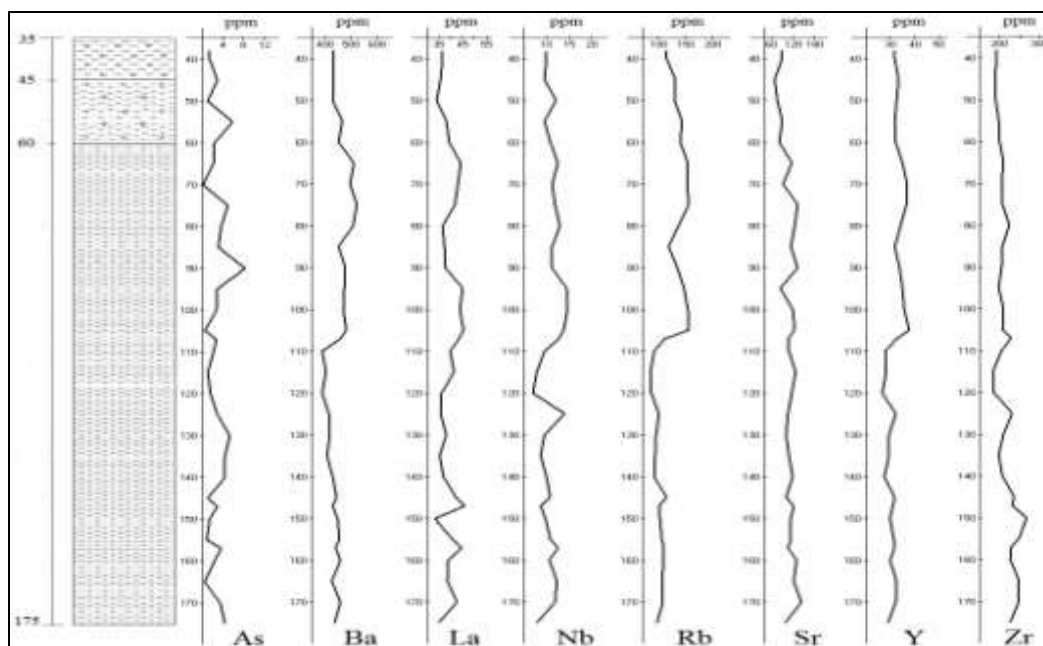


Рис. 4. Распределение As, Ba, La, Nb, Rb, Sr, Y, Zr по разрезу донных осадков Дудергофского озера

В качестве меры схожести поведения элементов в процессах миграции в тот или иной момент времени было определено значение коэффициентов парной корреляции. Анализ корреляционных матриц показал, что выделяется группа оксидов и элементов с наиболее сильной прямой связью между любой парой элементов выделенной ассоциации ($r > 0,90$): TiO_2 , K_2O , Al_2O_3 , Co, Ni, Cu, Cr, Fe, V, Rb, Y.

В результате факторного анализа выделены 3 значимых фактора, веса которых составляют 81%. Фактор 1 описывает 62% изменчивости исходных признаков. Наиболее тесную обратную связь с ним имеют Cr, Co, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, Rb, Y, Ba, V, а также TiO_2 , MnO, Fe_2O_3 , CaO, MgO, K_2O , Al_2O_3 , P_2O_5 . Прямая связь с первым фактором обнаруживается для MnO, MgO, CaO. По всей видимости, данный фактор имеет природный генезис, отражающий общую геохимическую специфику области сноса (литогенный фактор), определяемую в первую очередь карбонатностью источников осаждаемого материала. Для фактора 2 (10% изменчивости исходных признаков) установлена высокая обратная связь со Sr и Na_2O . Мы предполагаем, что данный фактор связан с обогащением пород натриевыми полевыми шпатами и характеризует геохимию альбита [3]. Для фактора 3 (9% изменчивости исходных признаков) установлена высокая обратная связь с Zr и SiO_2 . Скорее всего, фактор 3 отвечает за содержание песчанистой фракции в разрезе.

Оценка степени антропогенного воздействия производилась путем сравнения средних значений содержаний наиболее экологически опасных

элементов с ОДК и ПДК (ванадий) для валовых форм (табл.2). Валовое содержание является фактором емкости, отражающим в первую очередь потенциальную опасность, и характеризует общую загрязненность почвы, но не отражает степени доступности элементов для растений или их миграцию в воду.

Таблица 2.

Средние содержания Pb, Zn, Cu, Ni, V, As в осадках оз. Дудергофского

Элемент	Среднее, мг/кг	Величина ОДК и ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)*
Pb	15	130
Zn	81	220
Cu	26	55
Ni	28	80
V	85	150
As	3	10

* – ГН 2.1.7.2042-06, ГН 2.1.7.2041-06

Статистическая обработка данных показала, что среднее содержание Pb, Zn, Cu, Ni, As не превышает ориентировочно-допустимых концентраций, также как и содержание V не превышает ПДК (табл.2), указывая на благоприятные экологические условия, существующие на водосборе водоема.

Таким образом, на основе детальных геохимических исследований были выявлены черты, характеризующие особенности осадконакопления в рассматриваемом водоеме. Нарушение естественного хода геохимических процессов седиментогенеза, проявляющееся, как правило, в увеличении в приповерхностной части разреза концентраций тяжелых металлов [2,7,8], выявлено не было. Рост значений концентраций большинства элементов и оксидов в верхней половине толщи, связан, на наш взгляд, с естественными причинами.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Дудергофские высоты – комплексный памятник природы / Ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов. – СПб., 2006. – 144 с.
2. Нестеров Е.М., Кулькова М.А., Егоров П.И., Морозов Д.А., Субетто Д.А., Шмитт Е.В. Геохимические критерии в оценке геоэкологической обстановки береговой зоны Финского залива // Вестник МАНЭБ. Серия Геоэкология. – Т. 15, № 5. – 2011 – С.13-24.
3. Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Дружинина А.А. Место магматизма в теоретической геологии // Отечественная геология. – №2. – 2009. – С. 72-78.
4. Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Зарина Л.М.. Диагностика городской среды через поведение тяжелых металлов в малых водотоках // Вестник МАНЭБ. Научно-Технический журнал. – Т.13. – №2. – 2008. – С. 225-229.
5. Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Маслова Е.В. Оценка техногенного воздействия на городскую среду на основе изучения геохимии донных отложений // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2008. – №2. – С. 96-99.
6. Панова Е.Г., Гавриленко В.В. Введение в геохимию осадочных пород. – СПб, 2007. – 36 с.

7. Norton S.A., Kahl J.S. Progress in understanding the chemical stratigraphy of metals in lake sediments in relation to acidic precipitation / S.A. Norton, J.S. Kahl // *Hydrobiologia*. Vol. 214. 1991. – Pp. 11-84.
8. White J.R., Gubala C.P. Sequentially extracted metals in Adirondack lake sediment cores / J.R. White, C.P. Gubala // *Journal of Paleolimnology*. Vol. 3. 1990. – Pp. 243-252.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*Морозов Д.А., Нестерова Л.А., Пахомова А.Р.
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Геохимические исследования окружающей среды являются одной из актуальнейших задач современного естествознания. Городские агломерации выступают сегодня как мощные источники опасных веществ и элементов, включающиеся в региональные миграционные циклы химических элементов. Для Санкт-Петербурга, крупнейшего из северных мегаполисов, экологические проблемы являются следствием действия целого комплекса факторов, включающих в себя развитие, как самого города, так и его промышленности. Важнейшим индикатором экологического качества окружающей среды городских территорий является состояние донных осадков городских водоемов. Такие осадки содержат в себе наиболее полную и объективную информацию о геохимических и экологических условиях, существующих не только в самих водоемах, но и на территории их водосборов. Так, по результатам изучения элементного состава органо-минеральных осадков с применением методов геохимической индикации, можно определить уровень антропогенной нагрузки [2,3]. Цель работы – оценка современного состояния малых водных объектов Санкт-Петербурга.

В рамках данного исследования в качестве полигонов были выбраны водоёмы городских садов и парков, имеющие различную степень удаленности от центральной части урбанизированной среды Санкт-Петербурга, а также различное время своего появления и формирования: 1) пруд Южно-Примоского парка; 2) пруд Московского парка Победы; 3) пруд Юсуповского сада. Полевые исследования проводились в феврале 2012 года. Основой фактического материала исследования явились керны донных отложений, отобранные и изученные при участии авторов в течение 2012 г, на основе которых были построены колонки донных осадков (рис. 1). Отбор проб донных отложений производился со льда с помощью озерного бура. Образцы анализировались в лаборатории Геохимии окружающей среды им. Ферсмана рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Определялись содержания Co, Cu, Cr, Ni, Fe, As, V, Zn, Pb. Выбор аналитических элементов был связан с их высоким уровнем биологической активности и токсичности.

На основе детального изучения разрезов удалось выявить общие и индивидуальные геохимические особенности развития водоемов. Были построены графики распределения химических элементов по разрезу донных отложений (рис. 2-4).

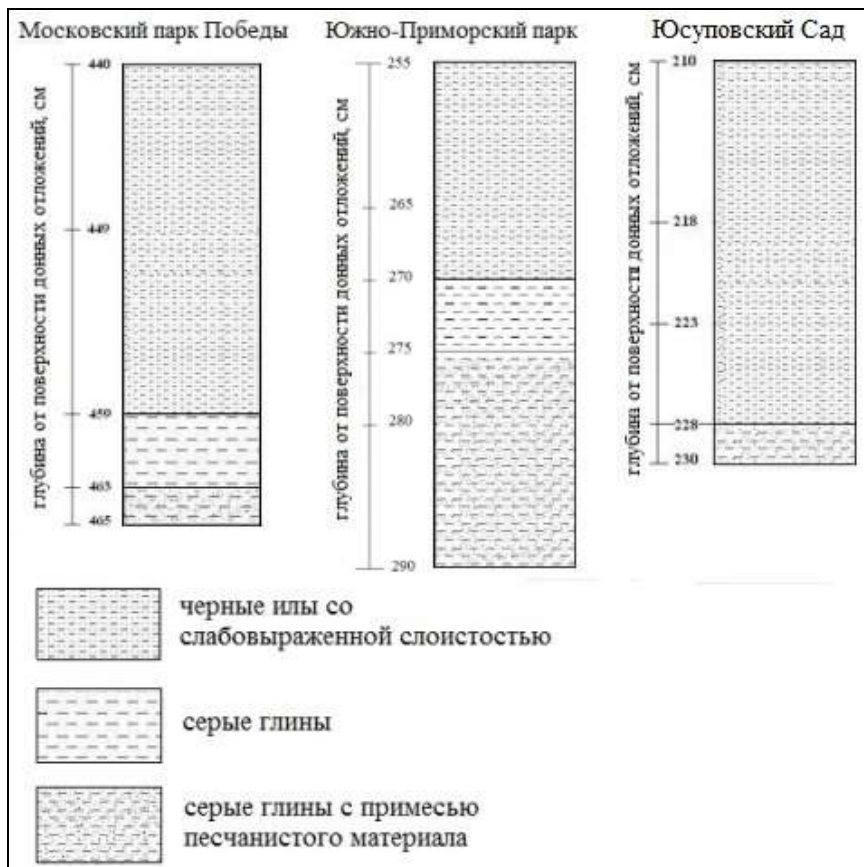


Рис. 1. Колонки донных отложений прудов Московского парка Победы, Южно-Приморского парка и Юсуповского Сада

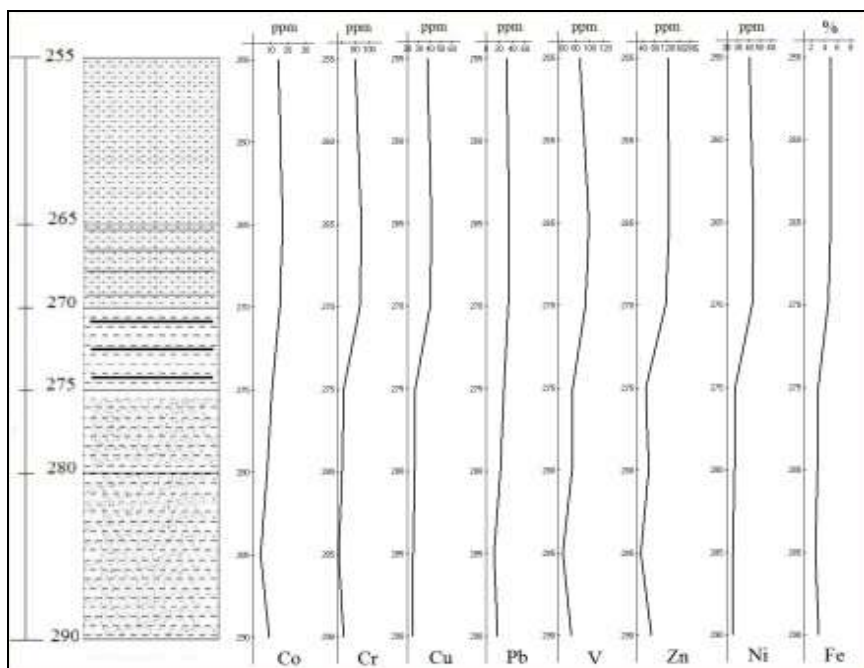


Рис. 2. Распределение химических элементов по разрезу донных отложений пруда Южно-Приморского парка (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppm; %)

Анализ графиков распределения химических элементов по разрезу донных осадков пруда Южно-Приморского парка (рис. 2) показал, что можно

выделить два интервала различающихся по геохимии. При этом данная тенденция выражена для каждого из определяемых элементов. Наблюдается повышение величин концентраций в верхней части разреза.

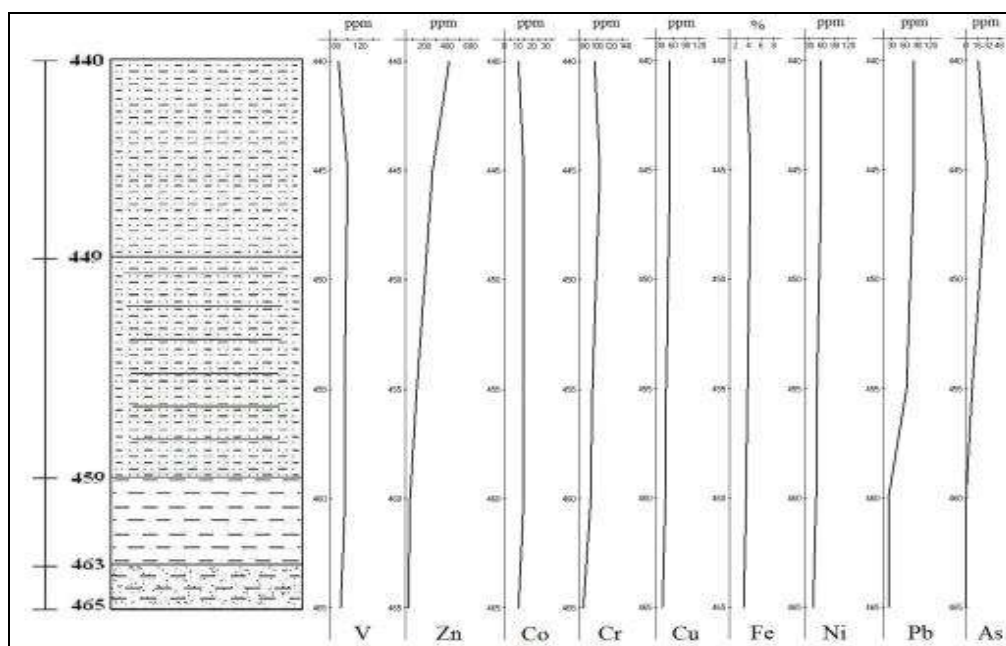


Рис. 3. Распределение химических элементов по разрезу донных отложений пруда Московского парка Победы (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppm; %)

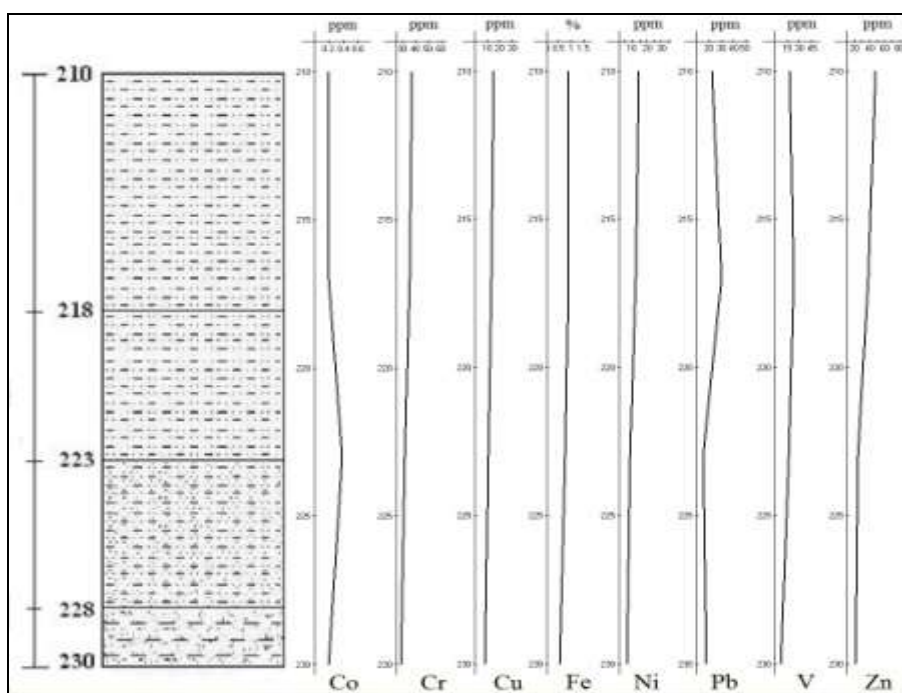


Рис. 4. Распределение химических элементов по разрезу донных отложений пруда Юсуповского Сада (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppm; %)

Тенденция, характерная для Южно-Приморского парка и проявляющая себя в увеличении концентраций элементов в верхней части разреза в случае с Московским парком Победы выражена не так очевидно (рис. 3). На-

пример, содержания V, Co, Cr, Cu, Fe, Ni и As на протяжении всего разреза не показывают значительных колебаний, указывая на стабильные условия, определявшие формирование геохимического профиля разреза в течение формирования данной толщи. Исключение составляют концентрации свинца и цинка, повышающиеся в верхней части колонки, что может указывать на наличие единичного фактора, определяющего распределение двух вышеупомянутых элементов.

Анализ распределения элементов по разрезу донных отложений пруда в Юсуповском Саду (рис. 4) показал, что в течение формирования вскрытой толщи отложений геохимические условия осадкообразования не менялись. Незначительное повышение значений концентраций в верхней части разреза наблюдается только для Zn.

Оценка степени антропогенного воздействия производилась путем сравнения средних значений содержаний наиболее экологически опасных элементов с ОДК и ПДК (ванадий) для валовых форм (табл.1). Валовое содержание является фактором емкости, отражающим в первую очередь потенциальную опасность, и характеризует общую загрязненность почвы, но не отражает степени доступности элементов для растений или их миграцию в воду.

Таблица 1.
Содержание элементов в донных осадках городских прудов Санкт-Петербурга, мг/кг

Элемент	Среднее содержание, мг/кг*			Величина ОДК и ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)**
	Южно-Приморский парк	Московский парк Победы	Юсуповский Сад	
Pb	25,76	54,81	21,23	130
Zn	82	194	32,76	220
Cu	31,93	46,09	11,64	55
Ni	33,33	49,53	10,48	80
Fe	3,76	3,72	0,76	
Co	11,43	12,5	0,24	
Cr	71,45	90,91	33,57	
V	80,65	91,72	16	150
As***		11,43		10

* – содержание Fe приведены в %

** – ГН 2.1.7.2042-06, ГН 2.1.7.2041-06

*** – содержание As в прудах Южно-Приморского парка и Юсуповского Сада ниже предела определения

Статистическая обработка данных показала, что среднее содержание рассматриваемых элементов не превышает ОДК и ПДК для валовых значений (табл.1). Исключение составляет концентрация As в отложениях пруда Московского парка Победы, незначительно превышающее значение ОДК. Обращает внимание превышение значений концентраций элементов в данном парке по сравнению с прудами Южно-Приморского парка и Юсуповского Сада, при этом в последнем средние содержания находятся

на крайне низком уровне значений, указывая на наиболее благоприятные геохимические условия на данном объекте, что может объясняться периодическими дноочистительными работами.

Таким образом, на основе детальных геохимических исследований были выявлены черты, характеризующие особенности осадконакопления в рассматриваемых водоемах. Нарушение естественного хода геохимических процессов седиментогенеза, проявляющееся, как правило, в увеличении в приповерхностной части разреза концентраций тяжелых металлов [1,4,5], выявлено в осадках пруда в Южно-Приморском парке и для отдельных элементов в отложениях других изученных водоемах. Самые высокие значения концентраций элементов наблюдаются в водоеме Московского парка Победы, указывая на наиболее неблагоприятные экологические условия в данной части города. Можно отметить, что развитие города находит свое отражение в геохимической истории отложений малых водоемов Санкт-Петербурга, сопровождаясь повышением содержаний экологически важных элементов в верхних частях разрезов и указывая на возрастающую роль антропогенного фактора в формировании состава донных осадков.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Нестеров Е.М., Кулькова М.А., Егоров П.И., Морозов Д.А., Субетто Д.А., Шмитт Е.В. Геохимические критерии в оценке геоэкологической обстановки береговой зоны Финского залива // Вестник МАНЭБ. Серия Геоэкология. – Т. 15, № 5 2011 – С.13-24.
2. Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Зарина Л.М.. Диагностика городской среды через поведение тяжелых металлов в малых водотоках // Вестник МАНЭБ. Научно-Технический журнал. – Т.13. – №2. – 2008. – С. 225-229.
3. Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Маслова Е.В. Оценка техногенного воздействия на городскую среду на основе изучения геохимии донных отложений // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2008. – №2. – С. 96-99.
4. Norton S.A., Kahl J.S. Progress in understanding the chemical stratigraphy of metals in lake sediments in relation to acidic precipitation / S.A. Norton, J.S. Kahl // Hydrobiologia. Vol. 214. 1991. P. 11-84.
5. White J.R., Gubala C.P. Sequentially extracted metals in Adirondack lake sediment cores / J.R. White, C.P. Gubala // Journal of Paleolimnology. Vol. 3. 1990. P. 243-252.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОХИМИИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОЖАНСКОГО ОЗЕРА

*Морозов Д.А., Коваленков С.В., Фомичева М.Н., Нестеров Е.М.
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Изменение природных обстановок находит свое отражение в составе донных отложений озер. При значительной в масштабе исторического времени продолжительности формирования осадков можно получить наи-

более объективную информацию о палеоэкологических обстановках, существовавших как в самих водоемах, так и на их водосборах, а также о соотношении различных факторов, обусловивших возникновение выявленных геохимических особенностей окружающей среды [1].

Целью представленного в данной статье исследования является изучение динамики природных условий на длительном этапе развития в малоисследованном регионе востока Ленинградской области. Объект изучения – озеро Вожанское – был выбран не случайно. Озеро Вожанское является частью удивительного гидротехнического сооружения северо-запада России – Тихвинской водной системы. Этот водный путь, ставший воплощением передовой инженерной мысли, был открыт для судоходства в 1811 году, хотя к тому моменту его строительство еще не было завершено. Однако уже с середины 19 века – после строительства Николаевской железной дороги и модернизации Мариинской водной системы – значение Тихвинской системы стало резко снижаться. В конце 50-х – начале 60-х годов 20 века система была признана нерентабельной, и в 1966 году произошло её официальное закрытие [2]. Также считается, что речки и реки, вошедшие впоследствии в Тихвинскую водную систему, еще в древности использовались как средство сообщения [4].

Расположение озера Вожанского на Тихвинском водном пути, геохимия водных объектов которого ранее не изучалась, дает возможность проследить и охарактеризовать влияние водной системы на окружающую среду региона, а также зафиксировать начало и особенности этого воздействия. Таким образом, актуальность исследования заключается как в слабой изученности водоемов востока Ленинградской области, так и в полном отсутствии данных по геохимии донных отложений водоемов Тихвинского водной системы.

Вожанское озеро расположено на территории Бокситогорского района Ленинградской области. Восточную часть Ленинградской области занимает северная оконечность Валдайско-Онежской возвышенности (Тихвинская гряда и Вепсовская возвышенность), ограниченная с запада Карбоновым уступом, сложенным известняками среднего карбона. Возвышенность объединяет Балтийский и Волжский склоны Тихвинского водного пути, формируя его водораздельную часть [4]. Озеро Вожанское относится к Волжскому скату Тихвинской водной системы. С севера в озеро втекает река Соминка, на юге из него вытекает река Горюн, впадающая в р. Чагода. Площадь озера составляет 2,12 км². Озеро имеет форму, вытянутую в направлении с северо-запада на юго-восток, что является типичной ориентацией для большинства озер северо-запада России и связано с прохождением ледника в данном направлении. Периметр озера вместе с периметром острова на юге – 13 км 900 м. Длина 3 км, ширина 1,3 км, глубина от 1,1 до 5,3 м [3].

Озеро Вожанское довольно мелководное. Для подъема воды до судоходного уровня там была построена Остроленская плотина. На озере отсутствовали бечевники, суда передвигались на шестах в тихое безветрен-

ное время [5]. Для этих целей в озере были установлены палы – деревянные сваи, вбитые в дно, за которые держались суда. В Вожанском озере палы были вбиты на всем протяжении судоходного пути, а между ними были протянуты канаты, держась за которые суда проходили через озеро. Остатки этих сооружений сохранились до настоящего времени.

Полевые работы проводились в зимний полевой сезон 2011 года и были продолжены в марте 2012 года. Отбор донных отложений происходил в северной части озера Вожанское в ста метрах к югу от впадения р. Со-минка в непосредственной близости к одному из палов с помощью озерного бура (толщина льда составила 20 см, расстояние от поверхности льда до дна – 80 см). Координаты точки проботбора: GPS WGS84 – N: 59° 18' 765; E: 034° 53' 188.

На сегодняшний день получены предварительные результаты геохимического изучения кернов донных отложений для двух верхних метров толщи (80-270 см), а также получена радиоуглеродная дата для слоя осадков на глубинах 760-780 см, которая составила 7390 ± 70 лет ВР. Построена сводная колонка донных отложений (рис. 1). Мощность вскрытого разреза донных отложений составила 930 см (80-1010 см). Отложения представляют собой относительно однородную толщу глинистых органогенных илов, незначительно различающихся по цвету и по плотности. На глубинах 80-260 см отложения представлены темно-серыми неплотными илами. Большая часть разреза (260-1010 см) сложена серо-коричневыми плотными илами.



Геохимические исследования проводились на базе лаборатории Геохимии окружающей среды имени А.Е. Ферсмана методом рентгенофлуоресцентного анализа на вакуумном спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Радиоуглеродное датирование производилось на низкофоновом жидкостном сцинтилляционном счетчике Quantulus-1220 на базе Лаборатории Геохимии окружающей среды им. А.Е.Ферсмана под руководством Кульковой М.А.

Рис. 1. Сводная колонка донных отложений оз. Вожанского

Были построены графики распределения концентраций элементов и оксидов по разрезу донных отложений на глубине 80-270 см (рис. 2-4).

Установлена тенденция ступенчатого повышения значений концентраций вверх по разрезу для SiO_2 , K_2O , TiO_2 , Pb , Ba , Rb , Zr . Особенно наглядно данная тенденция проявляет себя на графике распределения Pb , что может указывать на возрастающую роль антропогенного фактора в формировании геохимического состава отложений. Повышение значений SiO_2 и Zr вверх по разрезу свидетельствует об увеличении доли песчанистого материала в осадках, что в свою очередь может указывать на усиление процессов эрозии на водосборной территории за последние столетия.

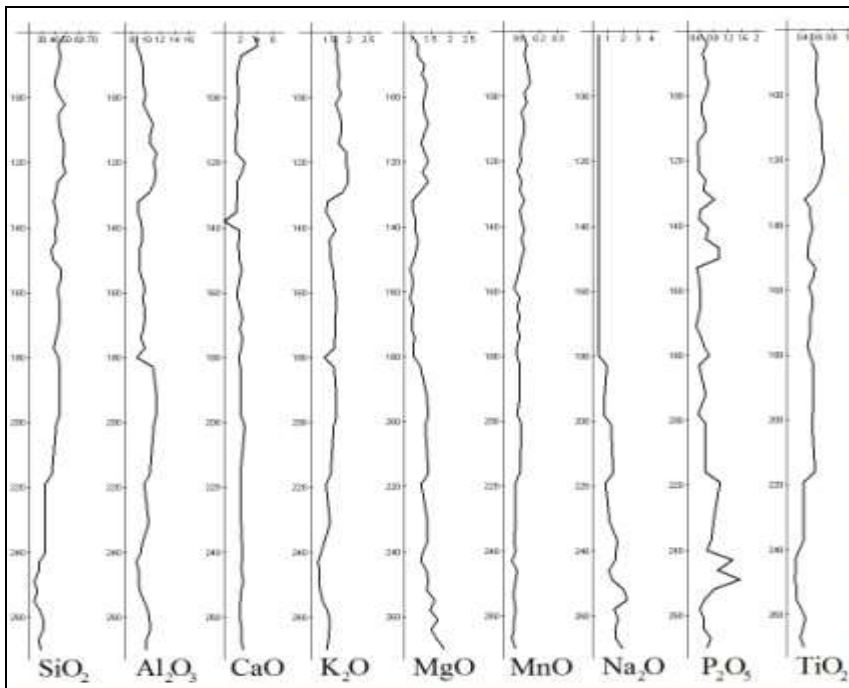


Рис. 2. Распределение оксидов по разрезу донных отложений оз. Вожанского (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, %)

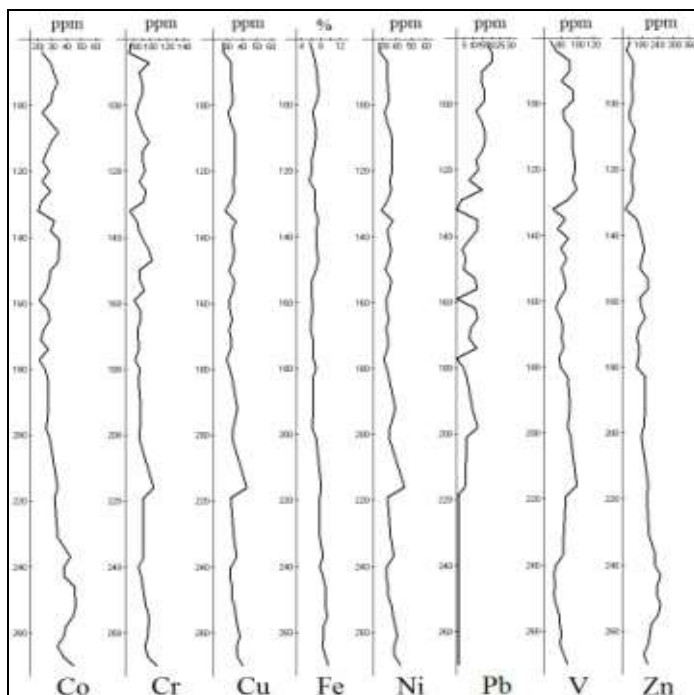


Рис. 3. Распределение Co , Cr , Cu , Fe , Ni , Pb , V , Zn по разрезу донных отложений оз. Вожанского (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppm; %)

В целом отмечается достаточно сложный характер распределения элементов и оксидов по разрезу отложений, требующий дальнейшей детализации и продолжения исследований.

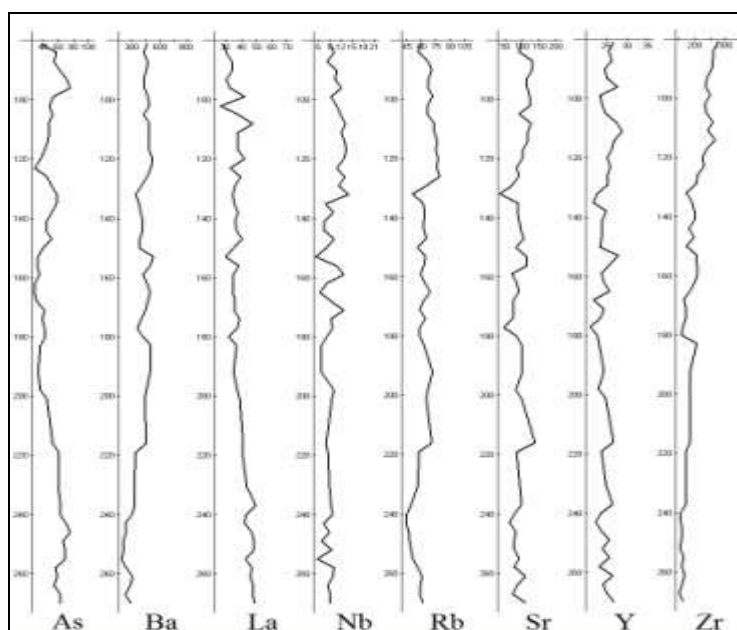


Рис. 4. Распределение As, Ba, La, Nb, Rb, Sr, Y, Zr по разрезу донных отложений оз. Вожанского (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppm; %)

Донные отложения водных объектов Тихвинской водной системы практически не изучены. Это первые исследования такого рода на территории данного культурно-исторического ландшафта. В дальнейшем планируется продолжить геохимический анализ отложений на глубинах 270-1010 см, а также детальное радиоуглеродное датирование. Планируется получить данные по динамике природных обстановок на длительном этапе развития в малоисследованном регионе юго-востока Ленинградской области, а также выявить факторы, оказавшие влияние на развитие водоемов Тихвинской водной системы на отдельных этапах их истории. Особенный интерес заключается в определении степени антропогенного воздействия. Предварительные данные, полученные в ходе полевых и лабораторных исследований, подтвердили перспективность исследования озер Тихвинской водной системы.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература

1. Морозов Д.А. Реконструкции параметров палеоэкологических обстановок развития окружающей среды по данным геохимии озерных отложений // Известия Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена. № 144: Научный журнал. – СПб., 2012. – С. 122-130.
2. Нестерова Л.А., Малоземова О.В. Морфометрическое описание малых озер востока Ленинградской области // Тихвинская водная система: Коллективная монография /

- Под ред. Е.М. Нестерова, В.А. Широковой. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – С.190-194.
3. Плечко Л.А. Старинные водные пути. – М.: Физкультура и спорт, 1985.
 4. Соломин В.П., Снытко В.А., Нестеров Е.М. Тихвинская система // Тихвинская водная система: Коллективная монография / Под ред. Е.М. Нестерова, В.А. Широковой. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – С.4-16.
 5. Хрусталева М. Ю. По Тихвинской водной системе. Из истории водных коммуникаций и судоходства // Чагода: Историко-краеведческий альманах. – Вологда: Ардвисура, 1999.

РЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОННО-ЗОНДОВЫЙ МИКРОАНАЛИЗ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СНЕГОВОГО ПОКРОВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Воронцова А.В., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

При изучении твердой (пылевой) составляющей снегового покрова важными аналитическими задачами являются определение ее фазового и химического состава, дисперсный анализ частиц. Для решения данных задач был применен рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ на сканирующем электронном микроскопе с системой для микроанализа фирмы LINKAN 10000 (микрозонд). Для этого анализа не требуется большого количества вещества, что является очень важным в нашем случае, так как количественная составляющая пыли на фильтрах оказалась не велика [4].

Пробы снега отбирались в конце марта – начале апреля 2011 года в шести районах города Санкт-Петербурга (Центральном, Василеостровском, Приморском, Красногвардейском, Пушкине и Павловске). В соответствии с розой ветров, близостью возможных источников загрязнения была построена плотная сеть точек пробоотбора (50-60 точек по району), также большое внимание при составлении сети уделялось «зеленым зонам» районов. Все пробы отбирались «точечным» методом. В парках и скверах сборные пробы отбирались способом «конверта», а точки вблизи дорог – способом линейной разграфки. Для получения данных о загрязнении снега за весь зимний период бралась полная колонка снега. Общий объем талой воды от пробы, как правило, составлял 1,5-2 литра. Для координатной привязки проб использовался GPS-навигатор Garmin 76. В дальнейшем 250 мл талой воды каждой пробы пропускать через фильтр «синяя лента», который высушивался и использовался для анализа твердой составляющей снегового покрова.

Важным фактором воздействия на организм человека является дисперсный состав пыли. Крупные частицы пыли задерживаются на слизистой оболочке верхних дыхательных путей, частицы же с размерами менее 10 мкм могут проникать в альвеолы легких, где и задерживается основная их

часть [2]. Пылевой осадок, рассматриваемых нами проб – полидисперсен. Для проведения анализа дисперсного состава пыли использовался метод морфометрии, согласно которому пыль изучалась на сканирующем электронном микроскопе с системой для микроанализа фирмы LINKAN 10000. В ходе анализа было выяснено, что пылевой осадок исследуемых образцов состоит из:

– крупнодисперсной фракции – пористые сферические частицы размером 100-240 микрон, гладкие пластинчатые частицы размером 80-100 микрон, четко ограниченные остроугольные частицы неправильной формы размером 80-120 микрон (рис 1а).

– мелкодисперсных частиц пластинчатой и зернистой формы размером от 8 до 30 микрон, а также гладких светлых сферических частиц размером 30 микрон (рис 1б).

Причем пористые сферические частицы характерны только для образцов Павловска и Пушкина, а также нескольких проб Красногвардейского района и составляют основную массу образцов.

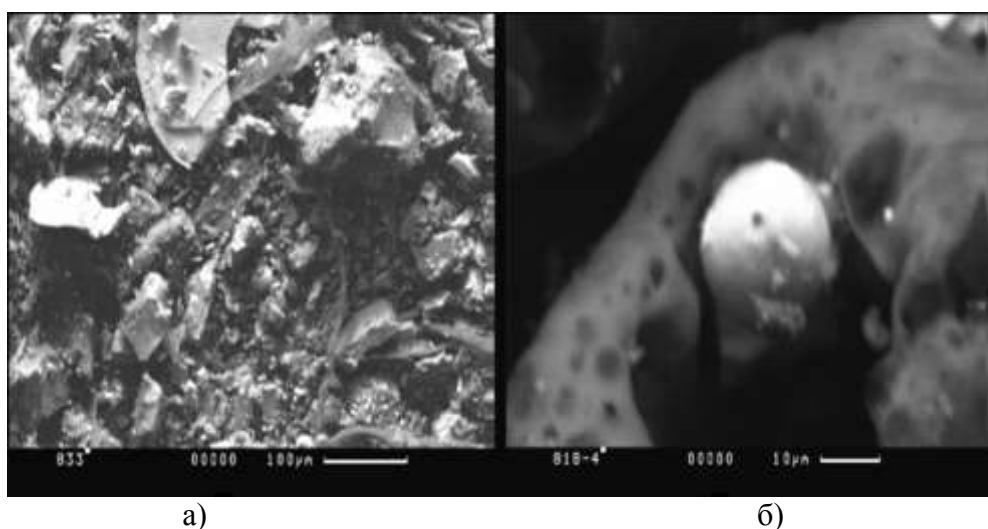


Рис.1. Фотографии пылевого осадка с фильтра, сделанные с помощью микроскопа: а – крупнодисперсные частицы, масштаб 1 см – 100 микрон, б – гладкая сферическая частица размером 30 микрон

В соответствии с результатами таблицы 1 следует отметить высокие процентные содержания SO_3 по большинству точек в Пушкине и Павловске. Во время анализа на микроскопе в данных точках были обнаружены пористые «шарики» богатые серой, уже упомянутые выше (рис.2), причем их доля по отношению к общей массе проанализированного пылевого осадка составляет чуть больше половины.

Наличие в пробах Пушкина и Павловска «шариков» богатых серой значительно снижает на общем фоне пробы долю SiO_2 , что подтверждается качественным спектральным анализом (рис.3).

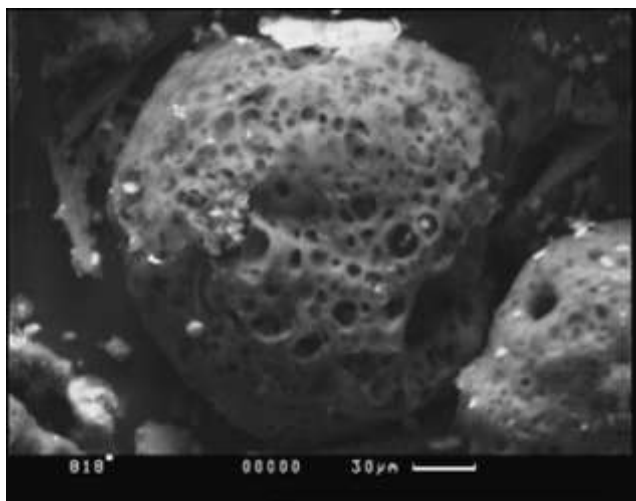


Рис.2. Фотография «шарика» богатого серой пылевого осадка с фильтра, сделанные с помощью микрозонда (масштаб: 1 см – 30 микрон)

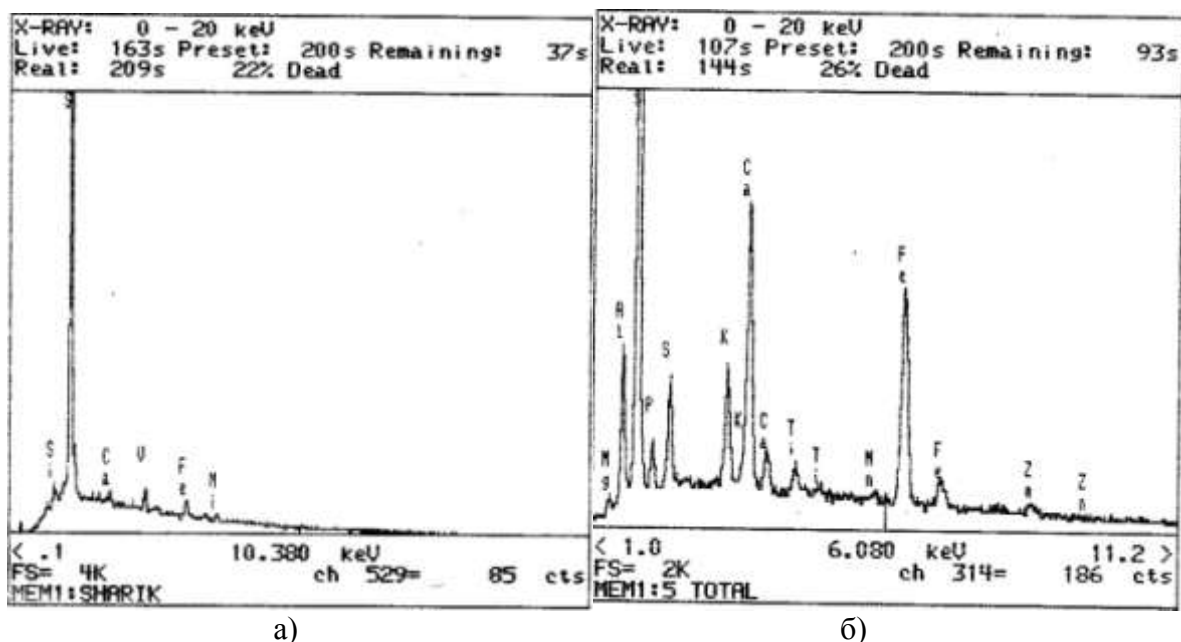


Рис.3. Результаты спектрального анализа пробы 41.2 г.Павловск: а) «шарик» богатый серой, б) общая масса пылевой фракции

Из таблицы 1 видно, что основу твердой массы снегового покрова составляет алюмосиликатное вещество, содержащее такие породообразующие элементы как, Fe, Mg, Na, Ca, K, Mn и P. Полученные результаты анализов сравнивались с таблицей процентных содержаний окислов в осадочных породах Русской плиты [5]. Таким образом, нами было выяснено, что твердый (пылевой) осадок снегового покрова по составу близок к суглинкам и глинам, сформированным из частиц полевых шпатов и пород гранитоидного ряда, характерных для осадочного чехла Ленинградской области. Высокие концентрации Fe объясняются наличием в пылевом осадке пластинчатых частиц слюды биотита, а также частиц техногенного происхождения.

Таблица 1.

Процентные содержания окислов в пылевом осадке по районам исследования

Название образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	CuO	V ₂ O ₃	Сумма
ЦР-134	50,3	2,2	16,8	10,4	6,0	5,9	4,6	1,7	1,8	nd	0,4	nd	nd	100,0
ЦР-109	51,2	2,5	16,8	10,4	5,5	5,6	nd	2,1	1,8	nd	nd	nd	nd	95,8
ЦР-49	57,2	1,2	16,8	6,3	5,8	5,3	3,2	2,3	1,5	nd	nd	nd	nd	99,6
ЦР-148	51,8	1,3	14,4	11,2	5,5	6,4	4,6	2,3	2,0	nd	nd	nd	nd	99,5
ЦР-33	57,8	1,8	20,4	4,8	3,5	2,8	nd	1,9	1,8	1,8	nd	nd	nd	96,6
ЦР-13.3	55,0	1,3	15,0	8,0	4,8	9,1	nd	3,2	1,9	1,7	nd	nd	nd	93,4
ВР-38.1	52,5	1,3	14,9	11,1	5,1	6,3	nd	2,2	1,8	1,8	nd	nd	nd	97,0
ВР-15	52,0	2,0	18,0	5,2	nd	10,2	nd	2,7	2,3	nd	nd	nd	nd	93,6
ВР-70.1	49,5	1,7	16,5	10,7	6,8	6,6	nd	2,3	2,8	nd	nd	nd	nd	96,7
ВР-24.3	53,3	1,5	18,0	7,1	4,5	6,9	4,5	1,8	2,0	nd	nd	nd	nd	99,4
ВР-13.2	51,0	2,2	18,5	9,0	5,6	5,3	nd	2,2	2,3	nd	nd	nd	nd	96,0
ВР-73	51,0	2,3	19,9	7,5	6,5	5,3	4,0	1,6	2,0	nd	nd	nd	nd	100,0
КР-76.3	52,0	1,8	15,9	12,0	5,3	6,2	3,1	2,1	1,8	nd	nd	nd	nd	100,1
КР-40.3	54,2	1,3	14,4	8,9	4,5	6,4	4,0	1,8	4,3	nd	nd	nd	nd	99,8
КР-38.2	58,2	1,5	15,9	9,7	2,0	5,3	nd	2,7	2,3	1,4	nd	nd	nd	98,9
КР-57.2	52,7	2,2	18,2	9,9	5,1	4,3	nd	2,3	1,3	nd	nd	nd	nd	95,9
КР-9.2	41,5	3,2	10,8	9,7	4,6	4,8	nd	2,7	18,8	nd	nd	nd	nd	95,9
КР-25.3	59,1	1,2	16,5	7,5	3,7	5,2	nd	2,3	1,0	1,2	nd	nd	nd	97,4
ПР-18.2	55,3	2,0	15,7	10,0	2,5	3,6	nd	3,6	3,3	nd	nd	nd	nd	96,0
ПР-44.2	41,3	2,7	13,2	8,9	2,8	5,6	nd	2,5	19,8	nd	nd	nd	nd	96,8
ПР-28.1	65,7	1,2	12,3	6,4	2,2	3,9	3,4	2,5	2,3	nd	nd	nd	nd	99,9
ПР-37.1	57,8	1,7	14,2	10,6	3,3	4,6	3,8	2,3	0,8	nd	nd	nd	nd	99,0
ПР-59.1	60,8	1,3	16,3	5,4	2,2	3,9	3,5	2,3	1,8	1,6	nd	nd	nd	99,0
ПР-40.3	54,0	1,8	16,8	9,3	5,5	6,0	nd	1,8	2,0	nd	nd	nd	nd	97,2
Пуш-37	57,0	1,7	17,6	7,3	3,0	4,6	nd	2,4	1,8	nd	nd	0,5	nd	95,8
Пуш-33.1	56,3	1,3	14,7	9,0	4,2	4,9	nd	2,5	1,3	nd	nd	nd	nd	94,2
Пуш-5	28,5	1,8	9,2	9,8	nd	4,6	nd	1,0	43,4	nd	nd	1,7	1,7	101,7
Пуш-54	42,9	3,4	18,3	10,7	4,5	4,7	nd	1,6	10,7	nd	nd	3,1	nd	100,0
Пуш-20.3	47,3	2,5	17,9	10,0	3,5	4,8	nd	1,8	12,3	nd	nd	nd	1,2	101,2
Пуш-34.3	49,7	2,5	13,9	10,4	nd	6,3	nd	2,0	12,7	nd	nd	1,2	1,2	100,0
Пав-48.2	48,6	3,3	18,3	9,7	5,2	4,7	nd	3,1	6,4	nd	nd	nd	nd	100,0
Пав-51	34,3	2,1	10,4	9,3	nd	6,6	nd	2,4	31,9	nd	nd	1,6	1,5	100,0
Пав-27.3	30,8	4,3	11,3	8,6	nd	4,1	nd	1,8	37,8	nd	nd	nd	1,3	100,0
Пав-31	29,5	3,3	13,0	5,1	nd	4,6	nd	1,2	43,4	nd	nd	nd	1,6	101,6
Пав-23.3	52,5	2,9	15,2	9,9	nd	6,7	nd	2,1	7,2	3,5	nd	nd	nd	100,0
Пав-41.2	62,9	0,9	12,3	7,3	nd	6,3	nd	2,0	3,5	3,9	nd	0,9	nd	100,0

В образцах Центрального, Красногвардейского и Приморского районов были обнаружены частицы, в состав которых входит Zn, Cr, Ni, Cu (рис.3), но на общем фоне образца пыли их количество оказалось незначительным, поэтому данные их процентного содержания не включены в таблицу. Также следует отметить наличие V в пылевом осадке, в основном он характерен для «шариков» богатых серой, найденных в образцах Павловска, Пушкина и нескольких образцах Красногвардейского района.

Результаты анализа на микрозонде стоит рассматривать как полуколичественные, не дающие точного и целостного представления о содержании элементов в природной и техногенной компонентах твердого осадка снегового покрова, что не позволяет нам сделать выводы об антропогенной нагрузке, оказываемой на районы города. Поэтому для получения более точных данных по процентному содержанию окислов и тяжелых металлов в пылевом осадке шести районов исследования нами был применен метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Результаты анализов, полученные с помощью ICP, будут представлены в следующих работах.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Белозерова О.Ю., Королева Г.П., Павлова Л.А. Рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ твердых осадков снегового покрова как индикатор загрязнения окружающей среды // Аналитика и контроль – 2002. – Т.6 № 4.
2. Иванова И.А., Манохин В.Я. Оценка дисперсного состава пыли участка черного литья // Вестник ДГТУ - 2010. Т.10. №2(45).
3. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленной пыли и измельченных материалов – 3-е изд. перераб – Л.: Химия, 1987. 264 с.
4. Маликов Ю.И. Подготовка препаратов для анализа на микрозонде: Методические рекомендации. Новосибирск: ИГиГ СО СССР, 1983.36 с.
5. Панова Е.Г., Гавриленко В.В. Введение в геохимию осадочных пород: Учеб. Пособие – СПб., 2007 – 36 с.
6. Nesterov E.M., Mocin V.G. Geocology of urban areas // Journal of International Scientific Publications: Educational Alternatives (www.science-journals.eu), Bulgaria. – 2010. – Vol. 8. – Part 1. – Pp. 89-95.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЫЛИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Коваленко М.В.¹, Панова Е.Г.²

¹РГПУ им. А.И. Герцена; ²СПбГУ, г. Санкт-Петербург.

Чистый воздух г. Санкт-Петербурга является одной из наиболее важных проблем настоящего времени. Это обуславливается тем, что за счет перемещения воздушных масс локализовать загрязнение атмосферы невозможно. Пыль представляет собой тонкоизмельченные частицы твердого вещества, способные перемещаться с небольшой скоростью в воздушном

потоке и длительное время находятся во взвешенном состоянии в неподвижном воздухе.

За состояние атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге ведется постоянный контроль при помощи автоматизированной системы контроля и управления качеством атмосферного воздуха (Система УКВ).

Система УКВ предназначена для обеспечения органов исполнительной власти Санкт-Петербурга информацией о качестве атмосферного воздуха. Ее данные используются для оценки и прогноза состояния воздушной среды города, а так же для подготовки проектов управленческих решений, направленных на улучшение качества атмосферного воздуха. В настоящее время Система УКВ включает 21 стационарных автоматических станций мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. Данные измерения концентрации основных загрязняющих веществ: оксида и диоксида азота, оксида углерода, диоксида серы, взвешенных веществ (общего содержания и содержания частиц диаметром 10мкм), ряда специфических загрязнителей аммиака, озона, бензола толуола, в атмосферном воздухе формируется на автоматических станциях в автоматическом режиме, и сохраняются в виде файлов данных. Информация об уровне загрязнения атмосферного воздуха и о метеорологических условиях ежедневно поступает в Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности.

Степень загрязнения атмосферного воздуха зависит от количества вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляются выбросы, и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ. Продолжительные ветры со стороны промышленных предприятий на жилые районы городов являются причиной повышения уровня загрязнения атмосферного воздуха. Выхлопные газы автотранспорта создают повышенные концентрации диоксида азота, оксида углерода, бенз(а)пирена, формальдегида.

В окружающем нас атмосферном воздухе постоянно находится то или иное количество механически взвешенных плотных частиц, образующих в совокупности воздушную пыль. От этой пыли не свободна атмосфера даже на больших высотах и самый «чистый» воздух вне населенных мест. Количество пыли, ее характер и степень влияния на организм человека значительно колеблются и зависят главным образом от места и источника образования пыли и от ее состава.

При значительной запыленности воздуха высокодисперсной пылью электрические заряды пылевых частиц могут суммироваться и, достигнув определенного потенциала, образовывать электрические разряды – взрывы. Таким образом, необходимо выявить структурные вещественные особенности пыли Санкт-Петербурга.

Структура пыли, то есть форма пылинок, также имеет определенное гигиеническое значение, так как от этого зависит характер ее местного дей-

ствия и в какой-то степени проникающая способность. Пылинки с острыми гранями или игольчатой формы (стекло, кварц, железные опилки) попадая на слизистые оболочки верхних дыхательных путей, глаз и кожу, могут оказывать травмирующее и раздражающее действие. Длительно действующие раздражители (пыль, дым, химические примеси в воздухе) могут стать причиной заболевания глаз – конъюнктивит.

При попадании пыли на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей ее раздражающее действие, как механическое, так и химическое, проявляется наиболее ярко. Слизистые оболочки по сравнению с кожным покровом более тонки и нежны, их раздражают все виды пыли.

Накопление определенного количества мелких частиц в организме затрудняет дыхание из-за закупорки капилляров и постоянного раздражения органов дыхания. Пыль оказывает вредное действие главным образом на дыхательные пути, вызывая заболевания (аллергический ринит, ларингит, трахеит, дерматит), как их верхних отделов, так и легких, а также действует на кожу и глаза.

Автотранспорт является один из основных источников загрязнения атмосферного воздуха. Причина заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Всего 15% его расходуется на движение автомобиля, а 85% «летит на ветер».

В настоящее время атмосферная пыль становится одним из приоритетных загрязнителей при организации мониторинга окружающего воздуха. Определение концентрации пыли различных фракций (общей, PM10, PM2,5, PM1) необходимо для получения фактических данных о качестве воздуха, выявления основных тенденций её изменения, оценки вреда, наносимого здоровью в результате экспозиции к пыли. Атмосферный мониторинг пыли - это сложная современная задача, требующая определенных знаний и надежных приборов. Как правило, методы определения массовой концентрации, положенные в основу измерителей пыли, делят на гравиметрические (взвешивание массы собранных на фильтре частиц) и непрерывные (непосредственное измерение в процессе мониторинга). При этом во всех приборах атмосферный воздух забирается через входное (воздухозаборное) устройство специальной конструкции, которое в зависимости от параметров пропускает частицы только определенной фракции. Отбор проб на гравиметрию обычно осуществляется с помощью аспираторов или иных пробоотбирающих устройств, для которых требуется ручная замена фильтров. Однако в последнее время на рынке появились приборы с автоматической сменой фильтров в ходе мониторинга. Для непрерывных измерений используются автоматические анализаторы, принцип действия которых основан на методах нефелометрии, бета-затухания, колеблющегося микробаланса конического элемента, а также пьезоэлектрических методах.[1]

Атмосферный мониторинг позволяет получить информацию о:

- концентрации пыли в определенных точках;

- пространственном и временном распределении пыли на местности;
- химическом составе пыли;
- связи концентрации пыли с источниками выбросов.

Исследования межгодовой изменчивости загрязненности атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге существенны и характеризуются значительной амплитудой. Причина заключается в эксплуатационных характеристиках источников выбросов (предприятий энергетического комплекса, промышленности и автотранспорта) и межгодовой изменчивости метеорологических условий. Тенденция уменьшения выбросов в Санкт-Петербурге, обусловлена уменьшением количества работающих предприятий, введением в эксплуатацию большего числа очистных сооружений, переводом большинства отопительных систем на газ. Доля автотранспорта в общей сумме выбросов доминирует постоянно. Выбросы от промышленных предприятий энергетики уменьшились благодаря комплексу очистки. Это способствует улучшению качества атмосферного воздуха.

На сегодняшний день вопрос о влиянии загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения именно на примере изучения пыли остается новым, актуальным и малоизученным, ранее ученые занимались этим вопросом, изучая породообразующие минералы – кварц, полевые шпаты и слюду.

Актуальность изучения пыли крупных мегаполисов определяется тем, что загрязнение природной атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на пищевую цепь человека и окружающую среду. Пыль является катализатором для разнообразных аллергических заболеваний человека, она вызывает ряд силикозов.

Цель исследования: дать эколого-геохимическую характеристику пыли Санкт-Петербурга. Задачи исследования: провести литературный обзор данной проблемы; выявить морфологические особенности частиц пыли; оценить геохимические особенности пыли.

Для проведения исследовательской работы были отобраны пробы пыли, которая накапливалась в течение 6 месяцев на междуоконном пространстве. Пробы были собраны на трех объектах Центрального района Санкт-Петербурга:

1. Жилой 5этажный дом по адресу Невский 95, окна на 2 этаже выходят во двор, вес пробы = 9,68 г.

2. Здание факультета Геологии СПбГУ по адресу Университетская наб., 7/9, окна на третьем этаже выходят во двор университета, вес пробы = 22,72 г.

3. Здание факультета Географии РГПУ им. А. И. Герцена по адресу Набережная р. Мойки, д.48, корпус 12, окна на первом этаже выходят на сторону набережной, вес пробы = 18,03 г.

Для изучения морфологических особенностей пылевых зерен таких как: цвет, форма зерен, степень окатанности, сферичность и кородированность, мы использовали микроскоп.

Цветовой диапазон окраски пылевых зерен достаточно обширен, в пробах встречаются частицы от светлых, почти прозрачных тонов до глубокого черного цвета.

Форма зерен также многообразна и неоднородна: встречаются зерна как округлой формы с гладкими краями, так и разнообразно неправильные с самыми причудливыми очертаниями (рис. 1).

При помощи сканирующего электронного микроскопа, были сделаны следующие фотографии.

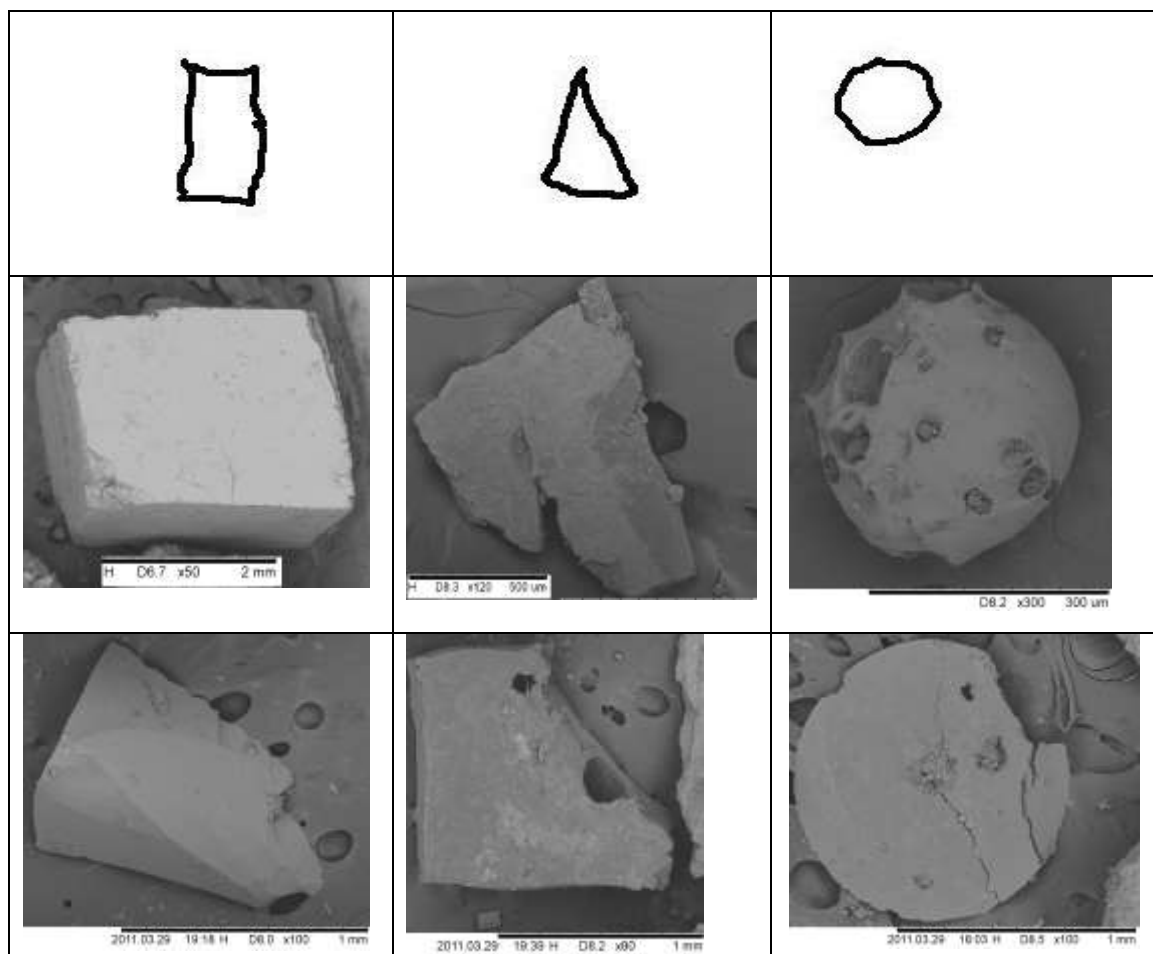


Рис.1. Форма пылевых зерен

Дальнейшее исследование было направлено на определение состава вещества в диапазоне 1-10нм. В лаборатории СПбГУ был сделан микрорентгеноспектральный анализ. Результаты анализа показали, что в частицах пыли прямоугольной формы, помимо кислорода, содержание которого составляет от 51% до 66% по атому, содержатся и такие химические элементы, как: С – 6-32%, среднее содержание – 23,74%; Са – 1-40%, среднее содержание – 10,85%; Fe – 0,2-47% ,среднее содержание – 8,33%; Ва – 1,2-3,6, среднее содержание – 2,4%; Pb – 2,8; Si – 0,3-3,3%, среднее содержание – 2,18%; Al – 0,3-2,1% среднее содержание – 1,05%; As – 1%; К – 0,3-2%, среднее содержание – 0,93%; Na – 0,8-0,9%, среднее содержание – 0,85%; Те – 0,8%; Mg – 0,4-0,6%, среднее содержание – 0,53%; Cl – 0,07-0,7 ,среднее содержание –

0,36%; Sa – 0,2%. Таким образом, в пылевых частицах прямоугольной формы преобладают С, Са и Fe.

Далее приведены результаты по частицам пыли треугольной формы. Здесь, так же, как и в частицах прямоугольной формы в большом количестве содержится О, от 62 до 69 атом.%, среднее содержание по частицам треугольной формы составляет 65,6%. Обнаружены следующие химические элементы: Al – 36%; С – 18-30% среднее – 25,8%; As – 7,8%; Ni – 1,6-5,3% среднее – 3,45%; Са – 3,3%; S – 3,2%; Са – 1,8-3,3% среднее – 2,55%; Cr – 2,5%; Si – 0,7-1,7% среднее – 1,85%; Na – 1,3%; Ne – 1%; Cl – 0,3-1,5% среднее – 0,9%; К – 0,8%; Cu – 0,2-1,3% ,среднее – 0,75%; Fe – 0,6-0,8% среднее – 0,7%;Mg – 0,6%; Ti – 0,4%. В зернах треугольной формы преобладают С, Al, As.

Третья по счету описываемая форма пылевых частиц – округлая, также как и в двух предыдущих формах большую часть в составе занимает О, 45-66%, среднее содержание – 59,5%, остальную часть занимают: С – 11-33% среднее – 21%; Fe – 7,4-31%, среднее – 19, 2%; Si – 3-6,4%, среднее – 9,7%; Cl – 0,3-14%, среднее – 5,3%; Са – 3-5,6%, среднее – 4,3%; Al – 2-5 % ,среднее – 3%; Na – 0,9-4%, среднее – 2,45%; К – 0,8-1,5%, среднее – 1,15%; Mg – 1%; Ti – 0,4%; Cu – 0,05%. В частицах пыли округлой форму преобладают С, Si и Fe.

Благодаря микрорентгеноспектральному анализу и сканирующей электронной микроскопии мы можем наблюдать разнообразие форм пылевых зерен и определять химические элементы, входящие в их состав. Наибольшую опасность для человека представляют пылевые зерна прямоугольной и треугольной формы, которые попадая в организм, за счет своих острых углов задерживаются в органах, а с ними и химические элементы, входящие в их состав, многие из которых оказывают вредоносное воздействие на организм. Такие как, мышьяк, медь, хлор, хром, кремний, железо, магний, алюминий, натрий и др., которые присутствуют в составе частиц, могут оказывать негативное воздействие на организм человека.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*Файтилевич Д.М., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург
Научный руководитель: д.г.-м.н. проф. Панова Е.Г., СПбГУ*

Одной из острых экологических проблем современного мира является загрязнение атмосферного воздуха. Чистый воздух г. Санкт-Петербурга это одна из наиболее важных проблем настоящего времени. Это обуславливается тем, что за счет перемещения воздушных масс локализовать загрязнение атмосферы невозможно. В окружающем атмосферном воздухе

присутствуют взвешенные частицы, образующие воздушную пыль. Выбросы источников загрязнения города и промышленных объектов переносятся воздушными потоками на значительные расстояния, определяя региональный фон загрязнения атмосферного воздуха. Косвенным показателем состояния загрязнения атмосферы могут служить данные о химическом составе проб атмосферных осадков и снежного покрова. Таким образом, предметом исследования стал снежный покров. За счет депонирующих свойств снежного покрова, можно исследовать пыль. Пыль – это мельчайшие твердые взвешенные частицы, которые имеют как неорганическое, так и органическое происхождение. От химического состава пыли зависит ее биологическая активность и воздействие на организм человека: токсическое, отравляющее, раздражающее и др. Пыль оказывает вредное действие главным образом на дыхательные пути, вызывая заболевания, как их верхних отделов, так и легких, а также действует на кожу и роговицу глаза. Воздух – жизненно важный компонент окружающей среды. Одной из важнейших составных частей профилактики заболеваний, связанных с воздействием пыли, является установление ПДК пыли и проведение контроля запыленности воздуха на рабочих местах и в атмосферном воздухе. **Таким образом, актуально выявить структурные и вещественные особенности пыли Санкт-Петербурга.**

Целью данной работы является дать эколого-геохимическую характеристику пыли Центрального района Санкт-Петербурга. Выбор района обусловлен тем, что Центральный район является историческим центром города, наиболее оживленный, ввиду чего уровень загрязнения окружающей среды достаточно высок.

Для достижения поставленной цели в работе решаются **следующие задачи:**

1. Провести литературный обзор данной проблемы;
2. Выявить минеральный состав пыли;
3. Выявить морфологические особенности частиц пыли;
4. Оценить геохимические особенности пыли

Для проведения исследовательской работы нами было отобрано 19 проб снежного покрова в 6 точках Санкт-Петербурга (рис. 1). Как видно из рисунка 1 все точки можно условно подразделить на два главных района: центральная часть города (точки 1, 2, 3, 5) и окраина (точки 4, 6). Пробы отбирались в период с 1.03 по 18.03. снеговой покров собирали в 5 и 2х литровые пластиковые банки, после чего снег таял при комнатной температуре, и талая вода отстаивалась сутки. Отстойную воду сливали, а воду с взвесью ставили, что бы вода испарилась. Далее собирали оставшуюся пыль из банок жесткой кистью. Проводили гранулометрический анализ пыли. Пыль разделяли на 7 фракций 2-1мм, 1мм, 0,5-1мм, 0,25-0,5мм, 0,1-0,25мм, 0,05-0,1мм, <0,05мм. Каждая фракция взвешивалась на весах, и анализировалась на приборе «Спектроскан Макс-GV». Морфологические особенности изучали под биноклем.

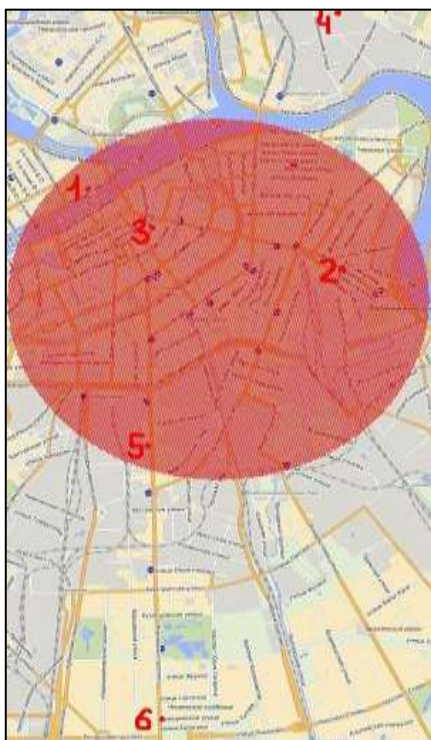


Рис. 1 Место отбора проб

Литературный обзор позволил оценить характер исследований аэрозольного пространства Санкт-Петербурга и сформулировать актуальные задачи исследования. Из источников стало известно, какое большое влияние может оказывать пыль, как на организм человека (аллергии, силикоз, повреждение покровов кожи, слизистой оболочки, оболочки глаза и др.), так и на другие живые организмы (оказывают негативное влияние на фотосинтез растений). Состояние атмосферного воздуха Санкт-Петербурга оценивается по основным загрязняющим веществам, такие как оксид углерода, оксид и диоксид азота, формальдегид, бенз(а)пирен, сернистый ангидрид, серный ангидрид, озон, а так взвешенные вещества.

Загрязненность снежного покрова отражает степень антропогенного воздействия на окружающую среду, так как снежный покров способен накапливать и сохранять вещества, поступившие с зимними осадками.

Изучив весовое соотношение пыли в 6 точках СПб, мы выделили 2 основные группы (рис. 2). Первая, центральная часть города (точка 1,2,3,5) наблюдается уменьшение суммарного показателя от первой к третьей точке. Вторая группа, точка 4 и 6 окраина города. Обнаружено, что в точке 4 сохраняется высокий весовой показатель. Это возможно связано с локальным распределением ветров и степени застройки района. Точка 6, напротив является самой удаленной из исследуемых и по весу пыли, можно судить о значительном снижении запыленности района.

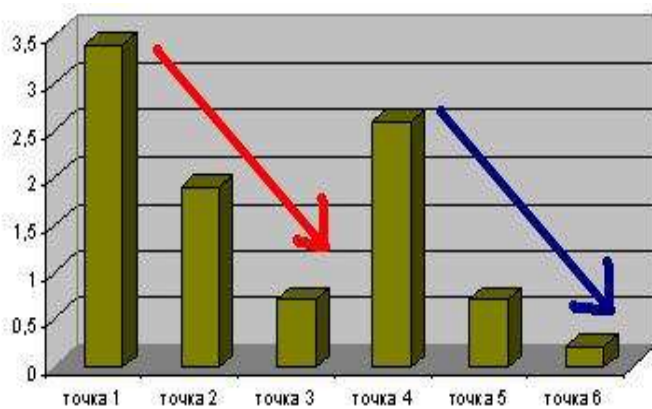


Рис.2 Суммарный вес пыли, г

Минералогический анализ выявил наиболее распространенные минералы пыли являются: кварц → полевошпат → амфиболы → железные оксиды, железные гидроксиды → фосфаты → ильменит, рутил → циркон → минералы ниобия и тантала → слюда → плагиоклаз.

Морфологическое описание исследуемой пыли выявило: чаще встречается пыль темного окраса (38%), меньше всего – цветной окраски (28%). Среди морфологических типов пыли присутствуют частицы овальные с не ровными краями, овальные, яйцевидные, шарообразные, шарообразные с неровными краями, неправильной формы, волокна, пористые (Табл. 1). Наиболее опасными являются остроугольные зерна, вызывающие повреждение роговицы глаза, силикоз дыхательных путей.

Таблица 1.

Форма пыли в снежном покрове СПб

Форма пыли	Рисунок	Доля, %
Овальная с не ровными краями		9,1
Овальные		16,4
Яйцевидная		5,5
Шарообразная		27,3
Шарообразная с неровными краями		9,1
Неправильной формы		16,4
Волокна		7,3
Пористые		9,1

По результатам рентгенофлуоресцентного анализа выявлены две основные группы элементов петрогенные оксиды и примесные элементы (Табл. 2).

Таблица 2.

Основные группы химических элементов и их соединений

1.	Петрогенные оксиды	TiO ₂ , MnO, CaO, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO, Na ₂ O, Fe ₂ O ₃
2.	Элементы-примеси	V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb, Rb, Ba, La, Y, Zr, Nb, As

Наибольшая доля петрогенных оксидов принадлежит SiO_2 – 79%. Кремний доминирует во всех точках и фракциях. Помимо кремния доминирующие позиции занимали Al_2O_3 (29%), Fe_2O_3 (21%) и MgO (10%). Эти оксиды входят в состав таких групп минералов как: Al_2O_3 и Fe_2O_3 к полевые шпаты, MgO – карбонаты.

В составе пыли присутствуют элементы 1, 2 и 3 класса токсичности:

1. $\text{Zn} > \text{Cr} > \text{As} > \text{Pb}$;

2. $\text{Co} > \text{Cu} > \text{Ni}$;

3. $\text{Ba} > \text{V}$.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

*Шахвердов В.А.¹, Гавриленко В.В.², Лепешева Л.А.², Мельникова М.В.²,
Шахвердова М.В.¹*

¹РГПУ им. А.И. Герцена, ²ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург

Кольский залив располагается в северной части Кольского полуострова и соединяется с Баренцевым морем (рис.). Общая протяженность залива по створам около 55 км, ширина залива от 1 км до 7 км. На берегах залива находятся такие крупные города как Мурманск, Североморск, Кола, Полярный. Средние глубины залива в пределах 200 м, максимальные – 330 м. Крупными питающими реками, впадающими в южной части залива, являются р. Кола и р. Тулома. Визуально залив можно разделить на три колена южное, среднее, северное. Берега залива сильно изрезаны и образуют собственные заливы (губы).

Динамика вод Кольского залива определяется приливными течениями, которые обеспечивают постоянный водообмен с открытой частью Баренцева моря. Приливы охватывают всю водную толщу до максимальных глубин (200-300 м). Наиболее сильные приливные течения отмечаются в вершине залива и устье р. Туломы, где их скорости достигают 0.75 м/с. Здесь же возможны и наибольшие скорости стоковых течений (до 0.5 м/с в период паводка). При наложении приливной, стоковой и ветровой составляющих скорость течения возрастает до 15 м/с. В среднем и северном коленах скорости течений невелики, так как объем вод при приливах меняется незначительно.

В результате взаимодействия речного стока и океанских вод в поверхностном слое залива формируются отчетливо выраженные термоклин и галоклин. Такая стратификация вод наиболее характерна для весенне-летнего периода. Со стороны впадающих в залив рек находится зона распре-

сненных (0-25‰) вод. Далее степень опреснения морских вод уменьшается и располагается зона солоноватых (25-30‰) вод. У морской границы залива соленость поверхностных вод составляет 30-33.5‰.

Давно замечено, что Кольский залив играет роль фильтра, который пропускает через себя и нейтрализует большую часть промышленно-бытовых стоков. Основными источниками загрязнения вод залива являются гарнизоны Северного флота, суда и плавсредства, водоканалы, рыбообрабатывающие, судоремонтные и сельскохозяйственные предприятия. Сточные воды в Кольский залив сбрасывают не менее 60 крупных предприятий, что составляет 65 млн кубометров стоков, из них 84% сбрасываются без очистки. К морским портам Мурманска приписано без учета кораблей Военно-морского флота одна тысяча судов и плавсредств. В год регистрируется около 4 тысяч заходов судов в порт Мурманска. Кроме того, в залив впадают реки Кола и Тулома, которые используются в хозяйственно-бытовых и промышленных целях.

Только в Мурманске и Североморске насчитывается более 20 выпусков сточных вод, вместе с которыми в залив попадают нитраты, хлориды и прочие загрязняющие вещества. Очистные сооружения имеются только в поселке Сафоново-1 и северной части Мурманска, да и те обеспечивают лишь механическую очистку. В 2005 г. сброс сточных вод сельскохозяйственными предприятиями составил 6 млн кубометров. Несмотря на наличие сооружений биологической очистки сточных вод, большинство из них находится в неудовлетворительном состоянии. Практически каждую весну в период паводков в бассейне реки Кола складывается неблагоприятная ситуация.

Время от времени в Кольском заливе регистрируются пятна мазута и отработанного топлива с судов. Одна из крупнейших аварий случилась в 2004 г., когда в северной части Кольского залива село на мель судно «Степан Разин». Благодаря интенсивному водообмену в этой части залива загрязненные воды были вынесены в открытое море. Свою лепту в загрязнение вносят и военные корабли. А с 2004 г. в Кольском заливе действует и самый большой в России рейдовый терминал – танкер «Белокаменка», вмещающий 360 тысяч тонн нефти. Несмотря на принятые меры безопасности, даже этот терминал таит в себе немалую опасность.

Вдоль побережья Кольского полуострова зарегистрировано около 200 затонувших судов, из них 127 находятся в акватории Кольского залива, причем большинство из них бесхозные. За 2004-2006 гг. было из акватории залива убрано 32 судна или то, что от них осталось. Эту работу вели заинтересованные в переработке металла частные компании. Но целенаправленно утилизацией пока никто не занимается.

Методика проведения работ. Все виды работ делятся на полевые и лабораторно-аналитические. К полевым работам относятся пробоотбор, замер температуры воды, определение Ph, Eh, определение местоположения станций. К аналитическим методам относятся определение в лабораторных

условиях химического, минералогического, гранулометрического составов, проведение статистической обработки результатов и другие виды работ.

Пробоотбор осадков обеспечивает получение материала (отбор проб) для изучения разреза современных донных осадков, с последующим их анализом и интерпретацией результатов. Получение поверхностного слоя осадков проводилось ковшем. По 20 станциям трубкой были отобраны керны осадков. Длина кернов достигала 30 см. Все отобранные пробы упаковывались в полиэтиленовые пакеты. Определение местоположения станций производилась при помощи GPS-приемников.

К аналитическим методам относятся методы определения химического состава и физических свойств проб:

- *Определение гигроскопической влажности*
- *Гранулометрический анализ*
- *Приближенно-количественный спектральный анализ донных отложений на 42 элемента*
- *Эмиссионный плазменный спектральный анализ (ICP-AES) на Co, Cu, Zn, Ni, Cd, Cr*
- *Определение сорбционной способности осадков*
- *Вытяжки 1н HNO_3 позволяют извлечь подвижные компоненты, накопившиеся в осадке, и проанализировать их*
- *Рентгенофазовый анализ* выполняется на дифрактометре ДРОН-4-07. Изучалась пелитовая фракция образцов ($<0.01\text{ мм}$).
- *Определение компонентного состава осадков под бинокулярной лупой.*
- *Общий химический анализ воды* проводился на следующие элементы: Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , Fe^{+++} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- , CO_3^{--} , NO_2^- , NO_3^- , H_4SO_4 .
- *Определение тяжелых металлов в воде* проводилось на следующие элементы: As, Cd, Ni, Co, Pb, Cu, Zn, Cr.
- *Для определения содержания нефтепродуктов* в донных осадках Кольского залива применялся флуориметрический метод анализа. Анализы проводились на приборе «Флюорат-02-М», в основу работы которого положен фотометрический, флуориметрический и хемилюминесцентный методы измерения массовой концентрации органических и неорганических веществ. Диапазон измеряемых массовых долей нефтепродуктов составляет 5-20000 мг/кг.

Из статистических методов обработки данных использовался корреляционный анализ; помимо этого, для задач сравнения и оценки полученных результатов проведены стандартные статистические расчеты: определение средних, минимальных, максимальных, среднегармонических значений. На основании этих материалов *построены многочисленные геохимические карты* состава донных отложений.

Важным разделом работ является сопоставление полученных данных по исследованию геоэкологического состояния Кольского залива за 2001 и

2011 гг. и получение выводов об изменении во времени содержания токсичных компонентов в донных осадках.

Опираясь на полученные фоновые значения, можно сделать следующие *общие выводы*:

- фоновое содержание химических элементов в течение десяти лет повысилось, за исключением циркония, ниобия, молибдена и меди;
- содержание тяжелых металлов, являющихся основными загрязнителями, (медь, цинк, свинец, никель, хром) существенно превышают ПДК (для почв).

Максимальное содержание **меди** в донных отложениях 2001 г. составляет: 100 ppm, в 2011 г. – 87 ppm; минимальные значения 2001 г. – 15 ppm, 2011 г. – 11,10 ppm, фоновое значение 2001 г. – 46,51 ppm, 2011 г. – 42,90 ppm. Как в 2001, так и в 2011 г. отмечаются высокие концентрации этого элемента вдоль берега Мурманского торгового порта.

Максимальное содержание **свинца** в донных осадках Кольского залива в 2001 году по всему заливу составляло 500 мг/кг, в то время как в 2011 году – 615 мг/кг (как показывают исследования южного колена Кольского залива); минимальное значение в 2001 г. – 10 мг/кг, в 2011 г. – 19 мг/кг; среднее гармоническое значение 2001 г. – 22,45 мг/кг, 2011 г. – 68 мг/кг. Из полученных данных можно сделать вывод, что за 10 лет содержание свинца в донных осадках заметно выросло.

Огромный вклад в загрязнение вносит такое обстоятельство, как отсутствие очистных сооружений в районе гарнизона Северного флота Мишуково, а также, осуществляется загрязнение сточными хозяйственно-бытовыми водами реки Лавны, которая несет свои воды в Кольский залив южнее поселка Мишуково. Что касается 2011 г., то загрязнение также происходило из-за проведения работ по усилению ж/д подходов к реке (для будущего строительства угольного порта на Лавне). Высокая концентрация свинца наблюдается выше рассматриваемого населенного пункта, что, вероятно, обусловлено миграционной способностью элемента и его последующей аккумуляцией в отложениях с высокой сорбционной способностью. Несмотря на то, что свинец абсорбируется в донных отложениях, вследствие изменения гидродинамических и физико-химических условий, он может выходить в придонную воду, вызывая тем самым вторичное загрязнение.

Очевидно, что потенциально опасным местом и в 2001 и в 2011 г. является Мурманский торговый порт, который располагается на восточном побережье южного колена Кольского залива.

Рассмотрим загрязнение донных осадков южного колена Кольского залива **хромом**. В целом, распределение хрома в донных осадках южного колена Кольского залива достаточно равномерное, примерно 230 ppm (фоновое значение). Высокая точечная концентрация наблюдается лишь в районе Мурманского торгового порта, как в 2001, так и в 2011 г.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что за десять лет содержание хрома в донных отложениях возросло почти в два раза. Так же,

как и в ситуации с возросшим содержанием свинца, данное обстоятельство объясняется рядом причин:

- атмосферное загрязнение вследствие неуклонно возрастающей техногенной нагрузки;
- разрушение захороненных кораблей;
- деятельность порта, военных гарнизонов;
- сброс промышленно-бытовых отходов;
- высокая сорбционная способность осадков.

Максимальное содержание **цинка** в 2001 году – 400 ppm, в 2011 – 375,78 ppm; минимальное в 2001 – 30 ppm, в 2011 – 36,54 ppm, фоновое значение в 2001 – 78,764 ppm, в 2011 – 97,62 ppm. Содержание цинка за 10 лет изменилось несущественно, но все же увеличилось, делая экологическую обстановку Кольского залива все так же неблагоприятной, как и в 2001 г.

Из сопоставления полученных данных по исследованию содержания химических элементов в донных осадках южного колена Кольского залива в 2001 и 2011 гг., а также из результатов изучения осадков по глубине опробования следует, что в южном колене Кольского залива **продолжается накопление важнейших токсикантов – тяжёлых металлов (цинк, медь, свинец, хром, никель).**

Определенный региональный фон **гексанрастворимых нефтепродуктов** в донных осадках Кольского залива составил 2,22 мг/г. Следует отметить чрезвычайно высокое значение регионального фона нефтепродуктов в Кольском заливе, по сравнению с изученными нами ранее регионами, такими как Финский залив и Восточная Балтика (Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря, 2010). Полученные данные по содержанию нефтепродуктов в донных осадках **свидетельствуют об экстремальной техногенной нагрузке** на геоэкоосисуму залива.

Деятельность многочисленных потенциальных источников загрязнения Кольского залива делает актуальной проблему дальнейшего выявления конкретных источников того или иного загрязнения и принятие соответствующих мер по их устранению. Целью решения этой проблемы является улучшение геоэкологической обстановки южного колена Кольского залива как наиболее загрязнённого места в Баренцевом море.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОАКТИВНОСТИ ГРАНИТОИДОВ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Коломоец М.А., Гавриленко В.В., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Уже почти три столетия разнообразные горные породы широко используются в строительстве Санкт-Петербурга. В начале строительства города использовались различные горные породы, прежде всего, известняк,

который добывался у Путиловской горы, по берегам рек Лава, Волхов, Тосна, получивший затем название – «путиловская плита». Им выполнены цокольные этажи многих зданий, сохранившихся до наших дней.

В 1762 году была создана «Комиссия о каменном строении Санкт-Петербурга», и началось активное использование гранита рапакиви, который можно увидеть на многих набережных, в колоннадах соборов и в знаменитых памятниках; даже пьедестал Медного всадника выполнен из глыбы гранита рапакиви. Началась новая эра в развитии архитектуры Санкт-Петербурга; кроме гранитов в облицовке города появились и многие другие красивые природные камни, каждый из которых обладает своей неповторимой красотой, и по сей день придаёт своеобразную завораживающую эстетику облика великого города.

Однако гранитные набережные и облицовка сооружений представляют также большой интерес с научной точки зрения, так как являются уникальными по площади искусственным срезами природного камня, на которых можно исследовать его физические свойства, в том числе и естественная радиоактивность. Известно, что радиоактивность горных пород определяется содержанием в них радиоактивных элементов, членов природных радиоактивных семейств, которые входят в акцессорные и породообразующие минералы.

Объектом исследования в данном случае и является радиоактивность различных типов гранитоидов в облицовке города. Рассматриваемые гранитоиды разрабатывались в различных месторождениях Южной Карелии (как финской, так российской), где данные породы занимают более 80% всей площади интрузивных пород. Из них практический интерес в качестве облицовочного камня представляют гранитные интрузии преимущественно протерозойского возраста.

В раннем протерозое выделяются три этапа гранитообразования. В первый, наиболее древний этап, сформировались микроклиновые, плагимикроклиновые граниты, кварцевые диориты, гранодиориты, мигматит-граниты, слагающие как крупные, так и относительно мелкие массивы. В Карелии к этому комплексу относятся крупная интрузия Поросозерская с рядом малоизученных месторождений и проявлений: Поросозерское, Мяндулакское, Ехкильское и др., а также группа массивов озера Топозеро, интрузия Пятиозерская. Среди других интрузий этого возраста в Карелии выделены: Моторинский массив, на котором разведано одноименное месторождение, Уросозерская группа массивов, Ванжозерская группа массивов. На Карельском перешейке во время первого этапа гранитообразования сформировались небольшие интрузии мелко- и средне-зернистых, преимущественно серых и серо-розовых гранитов (Каменногорский массив). Второй этап гранитообразования проходил в раннем протерозое, когда сформировались интрузии красных порфировидных плагимикроклиновых гранитов. На Карельском перешейке в это время образовались Каарлахтинская,

Бородинская, Заветнинская интрузии. Наиболее изучена Каарлахтинская интрузия, которая занимает площадь около 90 км². На третьем этапе гранитообразования раннего протерозоя сформировались интрузии гранитов рапакиви: Выборгская, Салминская, Улялегская и серия массивов Южной Финляндии. Выборгская многофазная интрузия является самой крупной по занимаемой ею площади – 18 тыс. км², большая часть которой лежит на территории Финляндии, сложена несколькими разновидностями гранитов, из которых наиболее ценными являются красные, розовые и серые овоидные граниты.

Наиболее известными, и с давних пор разрабатываемыми, являются месторождения гранитов Южной Финляндии и Карельского перешейка. Они представлены красными (Ю.Финляндия) и серыми (Возрождение) гранитами рапакиви, серыми равномернозернистыми гранитами (Каменногорское), красно-чёрными порфировидными (Кузнечинское) гранитами и др.

В связи с тем, что все эти горные породы сформированы в докембрии и возникли в результате длительных и сложных процессов породообразования, они обладают сложными структурно-текстурными и цветовыми характеристиками, придающих им высокую декоративность. Это отличает их от равномерно зернистых и однородно окрашенных палеозойских гранитоидов Западной Европы.

Как уже говорилось ранее, гранитоиды обладают естественной радиоактивностью и её значения зависят от возраста и генезиса пород. Для выявления этих отличий были проведены измерения радиоактивности при помощи радиометра СРП-68-01 – это мобильный прибор, который не осложняет такие виды измерительных операций, как пешеходная съемка, которая была выбрана для осуществления практической части работы. В качестве экспериментальной площадки, на которой были проведены измерения значений фоновой радиоактивности, использовалась часть территории Невского проспекта, Александро-Невская Лавра, набережная р. Мойки, стрелка Васильевского острова.

Каждая выбранная точка измерения включала в себя квадрат облицовочного материала, выполненный разнообразными типами гранитоидов с индивидуальными особенностями. Измерение показателей радиоактивного фона осуществлялись по принципу «конверта» – выбор пяти точек: четыре по углам квадрата и одна в центре. Это необходимо для вычисления среднего значения по всему выбранному квадрату. Привязкой к точкам служил юридический адрес (название улицы, номер дома). Результаты радиометрических наблюдений обрабатывались с вычислением средних значений показателей радиационного фона (табл., рис.).

Анализируя данные таблицы и гистограммы, можно сделать вывод, что наиболее высокие показатели радиоактивности характерны для красных гранитов рапакиви, гранитов с крупными овоидными выделениями и серых овоидных гранитов. Повышенные значения фоновой радиоактивно-

сти напрямую зависят от ряда факторов: от минералогического состава (наличия повышенного содержания радиоактивных минералов), также от отражения радиоактивного фона от непосредственно близлежащих элементов облицовки. Ярким примером таких элементов могут служить столбы на набережных, зачастую выполненные красным гранитом рапакиви, который характеризуется повышенными показателями радиоактивности. По результатам работы получены данные, которые являются базовыми для дальнейшего изучения облицовочных пород.

Таблица.

Средние показатели радиоактивности различных типов облицовочных пород

Облицовочный материал	Средние показатели радиационного фона, мкР/ч
1. Диабазы (Зап. Прионежье)	18
2. Сердобольские граниты (Сев. Приладожье)	18
3. Зеленовато-серые граниты рапакиви	23
4. Мелкозернистые серо-розовые гнейсо-граниты (Юж. Карелия)	24
5. Розово-серые порфиroidные граниты (Кузнеченское м-е)	31
6. Розовые мелкозернистые порфиroidные граниты (о-ва Южной Финляндии)	32
7. Красные гнейсо-граниты (Южная . Карелия)	34
8. Розовые среднезернистые граниты рапакиви (о-ва Юж. Финляндии)	34
9. Красные порфиroidные граниты рапакиви (Юж. Финляндия)	36
10. Серые среднезернистые граниты (Каменногорское м-е)	40
11. Крупновкрапленниковые серые граниты рапакиви (Возрождение)	43
12. Серые среднезернистые граниты рапакиви (Возрождение)	46
13. Крупновкрапленниковые красные граниты рапакиви (Южная Финляндия)	49

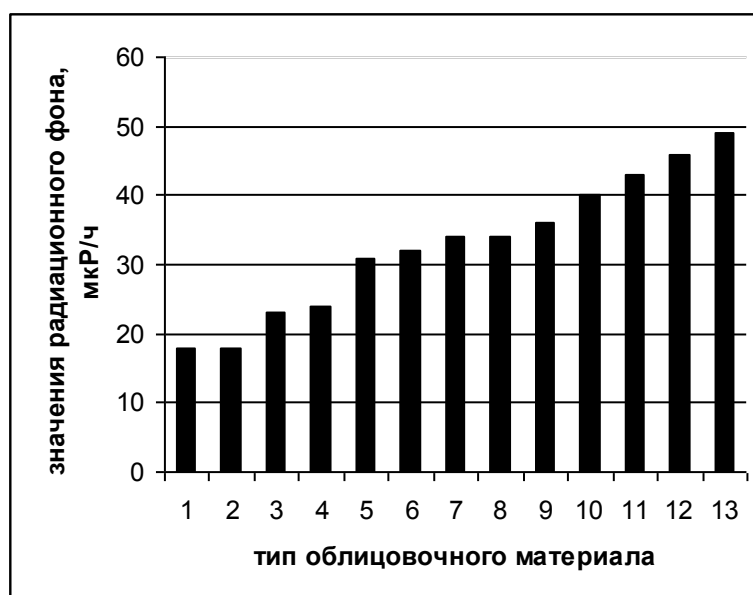


Рис. Гистограмма показателей радиоактивного фона различных типов горных пород (по данным табл.)

Приведённые данные свидетельствуют о том, что уровень радиоактивности всех пород не представляет никакой опасности при облицовке ими открытых сооружений. Однако приведённые материалы следует принимать во внимание при облицовке внутренних слабо вентилируемых помещений, где может накапливаться радон.

Современная облицовка Санкт-Петербурга – это в основном результат интенсивной работы над видом города в VIII – начале XX вв., но появилась тенденция к обновлению города, примером чего могут служить реставрационные работы на Большой Морской улице и Невском проспекте. Каждая улица Санкт-Петербурга украшена природным камнем, уникальным по своей красоте. Зачастую мы не обращаем на это внимание, но для того, чтобы сохранить величие нашего города, необходимо бережно относиться к той красоте, которая нас окружает. И пусть новые тенденции в архитектуре заметно отличаются от старых, одно должно оставаться неизменным – внимательное отношение к природному камню как традиционному материалу, создающему неповторимый образ великого города на Неве.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

СОСТОЯНИЕ КАМНЯ В НЕКРОПОЛЕ МАСТЕРОВ ИСКУССТВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

*Курулева К.С.¹, Иванова М.В.¹, Франк-Каменецкая О.В.^{1, 2},
Зеленская М.С.², Полянская Е.И.¹*

1 – РГПУ им. А.И. Герцена; 2 – СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Настоящая работа продолжает многолетние исследования по изучению каменного материала памятников Санкт-Петербурга и процессов их разрушения. Мониторинговые исследования проводятся учеными СПбГУ, РГПУ им. А.И. Герцена и других вузов, институтов и организаций Санкт-Петербурга, работающих в постоянном контакте с сотрудниками Музея городской скульптуры и реставраторами. Активное участие в них принимают студенты и аспиранты РГПУ им. А.И. Герцена и СПбГУ. Большое внимание в этой работе уделяется уникальным каменным памятникам некрополей Музея городской скульптуры, которые расположены в одном из промышленных и экологически неблагоприятном районе Санкт-Петербурга – Центральном. Результаты исследования каменного материала и процессов разрушения памятников Некрополе XIII в опубликованы в работах [1, 2]. Ниже приведены результаты оценки состояния памятников из различных горных пород в некрополе Мастеров искусств, который был создан в 1935-1936 гг. на территории Лаврского кладбища, основанного в 1823 г. Результаты выполненного нами минералого-петрографического исследования каменных материалов памятников этого некрополя опублико-

ваны в работе [3]. Геоэкологическая экспертиза 164 памятников некрополя была произведена в полевые сезоны 2009-2012 годов согласно разработанной ранее комплексной методике [1]. Было проведено детальное описание и фотодокументирование форм разрушения материалов памятников, взятие образцов продуктов разрушения камня и отбор биологических проб неповреждающими методами. Лабораторное исследование продуктов разрушения каменного материала памятников было выполнено комплексом лабораторных методов (сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), рентгенофазовый анализ (РФА), оптическая поляризационная микроскопия). Для оценки состояния (степени разрушения) памятника в конкретный момент времени одним числом был использован метод квалиметрической экспертизы [1]. Данная процедура была необходима для определения очередности реставрационных и ремонтно-восстановительных работ, а также при оценке их эффективности (если экспертиза была выполнена до и после проведения работ). Результаты проведенной экспертизы были занесены в базу данных по состоянию скульптурных памятников Санкт-Петербурга. Проведенное мониторинговое исследование позволило выявить следующие формы разрушения каменного материала памятников и оценить их распространённость (таблица).

По данным квалиметрической экспертизы степень разрушения каменного материала памятников некрополя (ΔQ) достигает 50%. Для большинства памятников $\Delta Q = 7\%-14\%$. Наиболее распространены в Некрополе серые, розовые, красные граниты (гнейсо-граниты). Степень разрушения гранитов и других твердых пород (диорит, амфиболит, габброид, лабрадорит) варьирует от 5 до 30%. Обычно, крупнозернистые граниты разрушены сильнее однородных мелко- среднезернистых. Основные формы разрушения твердых пород: трещины, выбоины неизвестного происхождения, отшелушивание и огрубление поверхности. Степень разрушения также очень распространённого в Некрополе белого однородного каррарского мрамора варьирует от 5 до 40%, т.е. больше чем у твердых пород. Практически на всех памятниках из этого мрамора встречаются такие формы разрушения, как огрубление поверхности, атмосферные грязевые отложения, а также биологические налеты (чаще всего колонии микроскопических грибов). Также сильно распространены отшелушивание и трещиноватость. Гипсовая корка встречается редко (найдена на памятниках А.П. Вельяшеву, Ф.О. Иванову и А.Н. Брянской) и только в начальной стадии развития. Брекчевидный плотный известняк, из которого изготовлен уникальный памятник Н.А. Римскому-Корсакову, являющийся украшением Некрополя мастеров искусств, очень сильно разрушен ($\Delta Q = 34\%$). На его поверхности, наряду с атмосферными загрязнениями и биологическими налетами, зафиксированы многочисленные трещины и отслаивание горной породы. Наиболее сильно разрешенной породой некрополя является плитчатый известняк, степень разрушения, которого за счёт интенсивного отслаивания и сульфатизации может достигать 50% (памятник Ф.И. Иванову).

Таблица.

Основные формы разрушения камня в некрополе Мастеров искусств по результатам обследования 164 памятников

Каменный материал (164)	Основные формы разрушения	Встречаемость в %
Белый мелко-среднезернистый однородный мрамор (52)	Отшелушивание	93
	Огрубление поверхности из-за выкрашивания	100
	Углубление и впадины из-за выветривания	50
	Выбоины и сколы неизвестного происхождения	9
	Отслаивание г/п	7
	Первичная гипсовая корка	18
	Грибы	100
	Водоросли	61
	Лишайники	3
	Помет птиц	3
	Атмосферные грязевые отложения	100
	Трещины	78
Деформации	2	
Белый крупнозернистый однородный мрамор (1)	Отшелушивание	Нет данных.
	Углубления и впадины из-за выветривания	
	Грибы	
	Атмосферные грязевые отложения	
Светло-серый тонкослоистый мрамор (3)	Отшелушивание	Нет данных.
	Атмосферные грязевые отложения	
	Грибы	
	Трещины	
Светло-серый однородный перламутровый мрамор (1)	Отшелушивание	Нет данных.
	Атмосферные грязевые отложения	
	Трещины	
Розовый мелко-среднезернистый слабо полосчатый мрамор (1)	Отшелушивание	Нет данных.
	Углубления и впадины из-за выветривания	
	Атмосферные грязевые отложения	
	Трещины	
Желтовато-белый мелко-среднезернистый брекчевидный мрамор (2)	Отшелушивание	Нет данных.
	Углубления и впадины из-за выветривания	
	Атмосферные грязевые отложения	
	Трещины	
Серый, желтовато-серый, зеленовато-серый плитчатый известняк (49).	Отшелушивание	77
	Огрубление поверхности из-за выкрашивания	79
	Углубления и впадины из-за выветривания	100
	Выбоины и сколы неизвестного происхождения	55
	Отслаивание	36
	Первичная гипсовая корка	6
	Грибы	100
	Водоросли	69
	Лишайники	4
	Мхи	24
	Атмосферные грязевые отложения	100
	Трещины	60
	Деформации	6
Розово-красный, средне-крупнозернистый, порфиридовидный, часто содержащий овоиды гранит (85)	Отшелушивание	88
	Огрубление поверхности из-за выкрашивания	88
	Углубления и впадины из-за выветривания	6
	Выбоины и сколы неизвестного происхождения	56
	Отслаивание горной породы	5
	Грибы	89
	Водоросли	65
	Мхи	16
	Помет птиц	11

	Атмосферные грязевые отложения Трещины Деформации	100 10 5
Красный мелко-среднезернистый брекчевидный гранит (3)	Отшелушивание Углубления и впадины из-за выветривания Атмосферные грязевые отложения Трещины	Нет данных.
Красно-черный, крупно-среднезернистый гранит (1)	Отшелушивание Огрубление поверхности из-за выкрашивания Помет птиц	Нет данных.
Розово-красный, коричневатый мелко-среднезернистый однородный гранит (1)	Грибы Атмосферные грязевые отложения	Нет данных.
Серый мелко-среднезернистый гранит (83)	Отшелушивание Огрубление поверхности из-за выкрашивания Углубления и впадины из-за выветривания Выбоины и сколы неизвестного происхождения Отслаивание горной породы Грибы Водоросли Мхи Помет птиц Атмосферные грязевые отложения Трещины Деформации	73 68 48 54 3 97 50 1 12 100 31 10
Серый мелко-среднезернистый полосчатый гнейсо-гранит (13)	Отшелушивание Огрубление поверхности из-за выветривания Углубления и впадины из-за выветривания Выбоины и сколы неизвестного происхождения Грибы Водоросли Мхи Помет птиц Атмосферные грязевые отложения Антропогенные загрязнения Трещины	84 69 69 30 76 46 23 23 100 7 76
Серый крупно-среднезернистый порфировидный гранит с овоидами (1)	Отшелушивание Выбоины и сколы неизвестного происхождения Трещины	Нет данных.
Серый крупно-среднезернистый гранит (6)	Отшелушивание Огрубление поверхности из-за выкрашивания Выбоины и сколы неизвестного происхождения Грибы Водоросли Лишайники Помет птиц Атмосферные грязевые отложения Антропогенные загрязнения Трещины	100 40 40 80 60 40 80 100 20 40
Темно-серый, серо-розовый средне-крупнозернистый гранатовый гнейсо-гранит (9)	Отшелушивание Огрубление поверхности из-за выкрашивания Углубления и впадины из-за выветривания Выбоины и сколы неизвестного происхождения Грибы Водоросли Помет птиц Атмосферные грязевые отложения Трещины	66 66 66 66 100 66 11 100 66
Серый мелко-среднезернистый грано-диорит (4)	Отшелушивание Атмосферные грязевые отложения	Нет данных.

Черный мелко-среднезернистый габброид (11)	Отшелушивание	10
	Углубления и впадины из-за выветривания	10
	Выбоины и сколы неизвестного происхождения	30
	Грибы	60
	Водоросли	30
	Лишайники	50
	Атмосферные грязевые отложения	100
Красный мелкозернистый песчаник (1)	Трещины	50
	Отшелушивание	Нет данных
	Атмосферные грязевые наслоения	
Мхи		

В результате проведенной работы были даны рекомендации по необходимым реставрационным и консервационным мероприятиям на обследованных памятниках. Полная реставрация рекомендована для памятников Н.А. Римскому-Корсакову, Н.И. Уткину, Ф.И. Иванову и В.А. Щербатовой. Полученные данные подтверждают важность и необходимость постоянного мониторинга памятников Санкт-Петербурга, что обеспечивает качественный контроль текущего состояния материалов и научное обоснование целесообразности проведения реставрационных работ и консервационных защитных мероприятий.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Лепешкина Н.Ф., Франк-Каменецкая О.В., Власов Д.Ю., Рытикова В.В. Комплексный мониторинг состояния памятников из камня в городской среде (на примере Некрополя XVIII века Государственного музея городской скульптуры) // Реликвия, 2005, №2 (9). – С. 20-25.
2. Франк-Каменецкая О.В., Власов Д.Ю., Зеленская М.С., Есипова И.В., Егорова В.В., Бадмаева Б.С., Рытикова В.В., Гуленко В.М., Маругин В.М. Состояние камня в памятниках Некрополя XVIII века по результатам комплексного мониторинга. // Геология и эволюционная география: Коллективная монография / Под ред. Е.М. Нестерова. СПб: Изд-во «Эпиграф», 2007. – С. 33-39.
3. Курулева К.С., Иванова М.В., Полянская Е.И., Франк-Каменецкая О.В.. «Камень в памятниках некрополя Мастеров искусств» // Геология и цивилизация, том 1 / Под ред. Е.М. Нестерова. – СПб: Изд-во «Эпиграф», 2011. – С.150-157.

НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ И ПОЧВ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

*Шахвердов В.А., Шахвердова М.В., Неевин И.А.
ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского, г. Санкт-Петербург*

Береговые зоны являются одним из наиболее динамичных элементов природных экосистем и наиболее уязвимым звеном развивающейся антропогенной инфраструктуры. Геологическая среда испытывает здесь сильное, а часто и катастрофическое техногенное воздействие, приводящее к значительным изменениям ее естественного состояния. Эти изменения выражаются в

трансформации очертаний береговой линии, рельефа дна и берегов, состава и строения донных осадков, физических свойств и полей геологического разреза. Не менее важное значение для экосистем береговой зоны также имеют активно протекающие экзогенные геологические процессы. Здесь в условиях пограничных зон большие массы загрязняющих веществ вовлекаются в процессы миграции и осадконакопления и в результате этого могут попадать в трофические цепи.

Основной фактический материал по геохимическим особенностям донных осадков и почв береговой зоны восточной части Финского залива был получен в 2003-2012 годах при проведении тематических исследований по изучению Невской губы, районов портовых терминалов Приморск и Высоцк, а также участка береговой зоны Бронка–Лебяжье. Кроме того, были привлечены материалы более ранних работ по акватории залива. Всего использовано более 400 определений содержания ряда тяжелых металлов (Cu, Zn, Co, Ni, Cr, Pb, Cd, As – метод ICP; Hg метод «холодного пара»).

Вся совокупность аналитических данных была разбита на выборки по районам: Высоцк, Гогланд, Приморск, Ермиловский залив, Невская губа, Бронка–Лебяжье. Для каждого района были определены фоновые характеристики и рассчитан коэффициент дефицита/профицита. Методика его расчета описана авторами ранее (Шахвердов, 2011). Для определения регионального геохимического фона, также как и для определения фоновых характеристик по районам, целесообразно использовать среднее гармоническое содержание элементов и соединений, которое определено по сумме проб донных осадков и почв (Невская губа, 2004; Шахвердов, 2004). Система расчета среднего гармонического такова, что позволяет существенно снизить роль аномальных значений в ряду данных, а также уменьшить влияние качества выборок, что повышает достоверность оценки геохимического фона и, таким образом, позволяет объективно оценить геохимическую специализацию изученных регионов и комплекс элементов, входящих в геохимическую ассоциацию.

Наиболее отчетливо отличия изученных районов по геохимическим особенностям видны при анализе так называемых «геохимических спектров». Для их составления использовался расчетный коэффициент дефицита/профицита. В случае избытка содержания элемента в районе относительно фона, коэффициент имеет положительное значение, а при недостатке – отрицательное, что отражено в таблице 1. Сравнение средних гармонических содержаний (фоновых содержаний по районам) с региональным фоном показывает, что обследованные районы береговой зоны отличаются друг от друга по геохимическим характеристикам. Причем, эти отличия зависят не только от характера техногенной нагрузки, но и от проявления природных геологических процессов. Так район развития железо-марганцевых конкреций (Гогланд) отличается профицитом практически всех элементов. Причем степень концентрации

таких элементов как As, Hg, Co, Ni здесь существенно выше, чем в районах с высокой антропогенной нагрузкой, таких как Невская губа или Высоцк. Происходит изменение состава геохимических ассоциаций.

Таблица 1.

«Псевдоформулы» по районам береговой зоны восточной части Финского залива

Высоцк	Co(2.4), Ni(1.9), As(1.3), Pb(1.2), Cu(1.2) Hg(-2.1), Cd(-1.8)*	;
Гогланд	As(44.7), Hg(16.5) Ni(5.4), Cd(4.4), Co(5.1), Cr(3.0), Zn(2.6), Cu(1.9)	;
Приморск	Cd(1.2) Ni(-4.4), Co(-3.1), Hg(-2.7), Zn(-1.7), Cu(-1.7), Cr(-1.6)	;
Ермиловский залив	Co(2.3), Ni(1.6), Cr(1.5) As(-4.1), Hg(-3.1), Cu(1.8), Cd(-1.5)	;
Невская губа	Hg(2.7), Ni(1.8), Cu(1.5), As(1.4)	;
Лебяжье	Ni(1.5), Co(1.4) Hg(-2.0), Cu(-1.8), As(-1.6), Cd(-1.5), Cr(-1.4), Pb(-1.3)	.

Литература:

1. Невская губа. Эколого-геологический очерк. / Спиридонов М.А., Рябчук Д.В., Шахвердов В.А. и др. – СПб, Литера, 2004. – 181 с.
2. Шахвердов В.А., Шахвердова М.В. Опыт применения пакета программ обработки геологических донных (ПГД) для эколого-геохимического районирования Кольского залива. Геология, геоэкология и эволюционная география: Сб. науч. тр./ под ред. Е.М. Нестерова – СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. – 150-154.
3. Шахвердов В.А., Кулаков С.В. Геохимические особенности современных отложений центральной части Норильского района и геохимическое районирование. Природные ресурсы Таймыра // Сб. научных трудов. Вып. 2, Дудинка, 2004. – С. 284-299.

ЛИТОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ АКВАТОРИИ ЧУКОТСКОГО РЕГИОНА

Зыков Е.А., РГПУ им. А.И. Герцена, ВНИИОкеангеология, г. Санкт-Петербург

Шельф Чукотского моря – самый крупный на Земле, он простирается на север почти на 700 км. Поднятие дуги Геральда вытянуто от мыса Лисберн на Аляске до о. Врангеля и далее на запад. В его пределах выделяются два крупных бассейна накопления осадков: Северо-Чукотский – на север от поднятия до уступа континентального склона и Южно-Чукотский – к югу от поднятия до континентов [5]. Чукотское море занимает особое место среди морей Северного Ледовитого океана, что связано с особенностями строения прибрежной суши, и со своеобразием проявления экзогенных

* в числителе элементы, находящиеся в профиците, в знаменателе – в дефиците, расположены в порядке уменьшения величины коэффициента дефицита/профицита (в скобках).

процессов. Процесс современной устойчивой аккумуляции на шельфе, наряду со структурно-геологическими причинами, сопряжен с экзогенными рельефообразующими процессами своеобразием гидрофизического режима, характером перераспределения значительных объемов осадков, поступающих через Берингов пролив, и формированием преимущественно аккумулятивных образований различного генезиса [1].

В ходе экспедиционных рейсов Шуя-2006 и Русалка-2009, в осевой части желоба Геральда и шельфовой зоне Чукотского моря выполнялось опробование поверхностных донных осадков с использованием драг (дночерпателей) и неглубокое бурение скважин. Было проведено опробование драгой на 86 станциях. Колонки донных отложений максимальной мощностью 260 см, были отобраны на 19 станциях с помощью гидростатической трубки. Также проводились геофизические исследования с использованием профилографа.

Внутренний шельф Чукотского моря формируется под преобладающим влиянием волнения и подчиненном значении ледового разноса. Структура и минеральный состав отобранных осадков в исследованном районе в целом похожи. Отложения сложены в основном частицами пелитовой и пелито-алевритовой фракции с различной примесью песка, рассеянными гравием и галькой, накопившимися в результате ледового разноса, раковинного детрита и обломочного материала различной размера и степени окатанности.

Шельф Чукотского моря отличается выположенностью рельефа. Основная часть площади (60,8%) приходится на глубины 0–50 м, что говорит о его мелководности и типично шельфовом строении. Современный рельеф шельфа субаквального происхождения представлен главным образом формами волновой абразии и аккумуляции (внутренний шельф), а также аккумулятивным рельефом, созданным в результате процессов нормального морского осадконакопления (центральный и внешний шельф). Характерной особенностью аккумулятивных участков внутреннего шельфа является широкое развитие реликтовых валлообразных повышений, генетически являющихся древними барами с относительной высотой от 1,5 до 5 м и шириной 0,5–2,5 км, разделенными друг от друга межбаровыми ложбинами. Развитие реликтовых форм рельефа, свидетельствуют о стабилизации уровня моря в позднеплейстоцен-голоценовое время. Абразионные участки внутреннего шельфа характеризуются приглубостью и незначительной шириной, в среднем около 10 км. На абразионных участках, по сравнению с аккумулятивными, наблюдается более грубый состав отложений (гравийно-галечный, крупнопесчаный), небольшое содержание пелитовой фракции и плохая сортировка.

Как было упомянуто, рельеф внутреннего шельфа различается на аккумулятивных и абразионных участках как по морфологии, так и распределению осадочного материала, причем для первых характерны преобладание мелкозернистых песков хорошей сортировки ($S_o = 1,10-1,70$ [1]), а для

последних — глубина, незначительная ширина (в среднем около 10 км) и более грубый состав отложений (среднепесчаный, крупнопесчаный, гравийно-галечный) без четко выраженной преобладающей фракции, а также плохая сортировка ($So = 4,1-12,2$ [1]).

Центральный и внешний шельф Чукотского моря относятся к областям современной неволновой аккумуляции, имеющая площадь более 50 тыс. км². Примером служит Центрально-Чукотская равнина, расположенная на глубинах более 40-50 м и в структурно-геологическом плане соответствует

Центрально-Чукотской впадине.

По полученным нашим геологическим и геофизическим (в ходе экспедиции 2006, ВНИИОкеангеология), а так же литературным данным В.И. Огородникова [3], можно говорить о лавинных скоростях голоценовой седиментации – до 100 см в 1000 лет. Геофизические профили и радиоуглеродные датировки хорошо показывают скорости осадконакопления (рис. 1).

Большим скоростям осадконакопления способствует не только унаследованное прогибание этой области, но и характер гидродинамической ситуации, которая формирует гидродинамическую область разгрузки взвешенного материала, поступающего из Берингова пролива.

Основная масса взвешенного алевритово-глинистого материала, выносится течениями в центральную часть Чукотского моря. В целом по подсчетам в этот бассейн ежегодно поступает не менее 53 млн.т [4] терригенного осадочного материала во взвешенном состоянии (без учета абразивного материала). Предполагается, что общий баланс седиментационного материала в Чукотском море положительный,

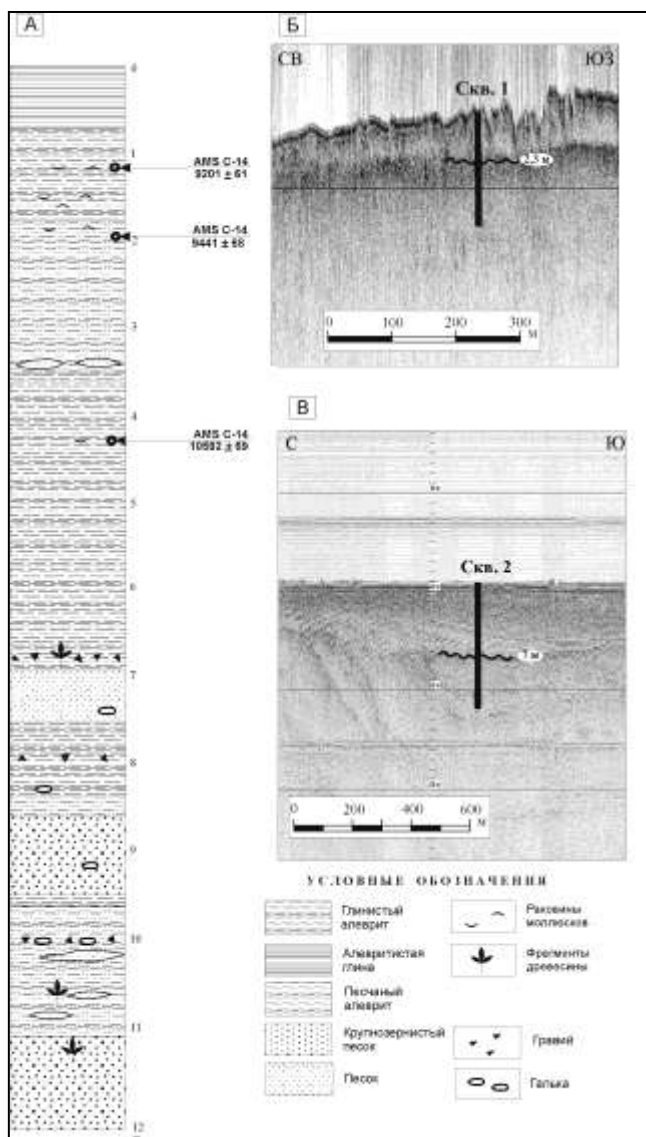


Рис. 1. Разрез скважины №2, расположенной у о.Врангеля [2].

- А – литологическая колонка, с радиоуглеродными датировками;
- Б – фрагмент профиля, полученного при помощи профилографа, проходящего через точку бурения скважины 1;
- В – фрагмент профиля, полученного при помощи профилографа, проходящего через точку бурения скважины 2

и в море происходит устойчивое накопление осадков.

Максимальные мощности осадков (более 5 м) были обнаружены в пределах двух ареалов: к северу от Берингова пролива и в Центрально-Чукотской котловине, в которой существуют благоприятные условия для накопления тонкозернистого, преимущественно глинистого материала. Этому способствуют относительно устойчивое прогибание котловины и характер течений. Часть его уходит по Центрально-Чукотскому желобу в сторону океана, а часть вовлекается в циркуляцию и, постепенно выпадая из нее, осаждается внутри части течения. Повышенные мощности отложений в Чукотском море наблюдаются также вдоль аккумулятивных побережий, где увеличение мощностей связано главным образом с волновой аккумуляцией.

Минимальные мощности голоценовых, а в некоторых случаях и более древних отложений, приурочены в основном к районам относительного поднятия отдельных участков шельфа. К ним в первую очередь принадлежит поднятие Центральных банок и поднятие островов Врангеля и Геральда. Пониженные мощности осадков наблюдаются в местах, где происходит транзит осадочного материала, связанный с течениями – в проливах Беринговом и Лонга, вдоль Чукотского и Аляскинского побережий.

Поверхностные осадки представлены главным образом тонкодисперсными пелитовыми илами с содержанием фракции 0,01 более 80%, в минералогическом отношении осадки представлены преимущественно пироксенами, эпидотом и роговой обманкой. С приближением к Берингову проливу наблюдается некоторое увеличение фракции материала, в основном за счет алевритовой составляющей.

Значительное влияние на формирование осадков основной морфологической структуры района – Центрально-Чукотской равнины, оказывает стоковое течение из Колючинской губы. По данным авторов (Геоэкология шельфа [1]), это течение оказывает влияние (главным образом, в гранулометрическом и минералогическом отношениях) на расстояние около 80-100 км от горла Колючинской губы и выражается в повышенных содержаниях песков – до 50%, преимущественно мелкозернистых (95% от всей песчаной фракции). Примерно в 80-90 км от горла Колючинской губы содержание песков и алевритов снижается (до 15 и 20%) и возрастает роль пелитового материала (до 65%).

Центральные банки Чукотского моря, с центром в районе банки Геральда, представляют собой пологие участки крупного антиклинального поднятия. Основание банки расположено в районе 50-метровой изобаты, а вершина – на глубине около 10 м. Геофизические данные свидетельствуют о том, что близко к поверхности выходят очень плотные осадки, возможно, коренные. Данные эхопрофилирования зафиксировали террасирование склонов на глубинах от 25 до 40 м, и шириной до 30 км. На северном склоне на глубине 30-40 м, в рельефе выделяются затопленные лагунные

понижения. В привершинной части банки поверхностные осадки представлены гравием и песком, причем содержание грубообломочного материала резко возрастает к вершине, что подтверждается данными гранулометрического анализа. Происходит возрастание псефитовой фракции до 25%, значительная часть которой приходится на валунный материал. Большую роль приобретают среднезернистые пески, содержание которых достигает 22% от общей массы осадков. Пелитовый и алевритовый материал практически отсутствуют. Грубообломочный материал в основном является привнесенным ледовым разносом и представлен неокатанными разбросанными обломками. На шельфе Чукотского моря также выделяются подводные каньоны и ряд затопленных речных долин, причем некоторые из них полностью погребены под толщей голоценовых осадков.

Исходя из особенностей геолого-геоморфологического строения, литолого-минералогическим и геофизическим данным, можно заключить, что Центрально-Чукотская равнина сформирована под преобладающим воздействием процессов неволновой аккумуляции и характеризуется крайне выположенным рельефом. В этом районе наблюдаются лавинные скорости осадконакопления в голоцене, достигающие 100см в 1000 лет, чему способствует не только гидродинамическая ситуация, но и унаследованное прогибание этой области.

Равнина характеризуется преимущественным распространением алевритовых пелитов и пелитов с содержанием фракции до 95%. Эти отложения являются определяющими для всей равнины.

Алевриты и алевритовые пелиты, с содержанием алевритов около 40% и пелитов около 60%, характерны как для юго-восточных областей равнины, прилегающих к Берингову проливу, так и юго-западных.

Песчаные илы, с содержанием песков (главным образом, мелкозернистых) 15-60% и пелитов 15-40%. Эти отложения распространены в районе стока из горла Колючинской губы, береговой части в целом, а также на поднятиях островов и банок.

Таким образом, одним из основных источников поступления осадочного материала является Берингоморское течение, поставляющее в Чукотское море большое количество взвешенного материала, значительная часть которого осаждается в пределах Центрально-Чукотской равнины, особенно характерное для зон геоморфологических ловушек.

Литература

1. Айбулатов Н. А., Гордеев В.В. и др. Геоэкология шельфа и берегов морей России. – М.: Ноосфера, 2001. – с. 428.
2. Гусев Е.А., Андреева И.А., Аникина Н.Ю., Бондаренко С.А., Деревянко Л.Г., Ключиткина Т.С., Поляк Л.В., Полякова Е.И., Попов В.В., Степанова А.Ю. Стратиграфия позднекайнозойских осадков Чукотского моря по результатам неглубокого бурения. В кн.: Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Выпуск 1. – М.: ГЕОС, 2009. – с. 89-103.

3. Огородников В.И. Некоторые черты современного седиментационного процесса в Чукотском море // Докл. АН УССР. – Сер. 6, 1972. – №6. – с 815-820.
4. Павлидис Ю.А. Обстановка осадконакопления в Чукотском море и фациально-седиментационные зоны его шельфа. В кн.: Проблемы геоморфологии, литологии и литодинамики шельфа. – М. «Наука», 1982. – с. 47-76.
5. Флеров И.Б., Дундо О.П., Гусев Е.А., Сухорослов В.Л. Геологические предпосылки богатых россыпей золота на шельфе Чукотского моря. Руды и металлы, 2011. – № 3-4. – С. 165-166.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРИТИЯ В ОБЪЕКТАХ ЭКОСИСТЕМЫ БАСЕЙНА ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Давыдочкина А.В., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Проведение контроля за содержанием радионуклидов, опасных для живых организмов, на сегодняшний день – актуальная задача. Тритий относится к числу генетически значимых радионуклидов. В отличие от двух других природных изотопов водорода – протия и дейтерия – тритий радиоактивен. Он является мягким бета-излучателем, с периодом полураспада 12,37 года. Тритий, являясь изотопом водорода, химически ведет себя также как водород, и поэтому способен замещать его во всех соединениях с кислородом, серой, азотом, легко проникая в протоплазму любой клетки. В этом случае испускаемое тритием бета-излучение способно серьезно повредить генетический аппарат клеток.

Естественный путь образования трития в природе обусловлен ядерными реакциями, проходящими в верхних слоях атмосферы. До 1954 года (начала испытания термоядерного оружия) его концентрация составляла 0,9-27 ТУ, после значительно возросла [1].

В настоящее время основным источником трития становятся атомные электростанции. Тритий является основным радиоактивным компонентом жидких сбросов и газообразных выбросов большинства атомных электростанций, так как практически не поддается фильтрации. Это приводит к загрязнению почвы, грунтовых и поверхностных вод вокруг АЭС [2].

Проблема радиоактивного загрязнения Балтийского моря является весьма актуальной для стран, расположенных на его побережье и имеющих развитую атомную энергетику. На побережье Финского залива находится Ленинградская АЭС, действуют хранилище радиоактивных отходов, например, Спецкомбинат «РАДОН» [6]. Основные потенциально-опасные источники поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду бассейна Финского залива сосредоточены в Ленинградской области.

В ходе исследования, с августа 2008 по июль 2011 года на территории Ленинградской области были отобраны пробы поверхностных вод и атмосферных осадков. Образцы отбирались в пластиковые бутылки с плотно

закручивающимися крышками (чтобы избежать испарения трития), и хранились в них до проведения анализа.

Для измерений использовался низкофоновый жидкостной сцинтилляционный счетчик Quantulus-1220, который позволяет регистрировать тритий в гидросфере на уровне естественного содержания (1-5 Бк/л). Минимально обнаружимая активность прибора составляет 0,2 Бк/л.

Наиболее высокая концентрация трития в исследуемом регионе была обнаружена в поселке Кузьмоловский (48 ТУ), в районе поселка уровень составляет от 12 до 20 ТУ (рис. 1). Такие повышенные (по отношению к другим исследованным образцам поверхностных вод) значения трития обуславливаются расположением вблизи поселка захоронением ядерных отходов [3].

Сходные значения концентрации радионуклида (12-20 ТУ) обнаруживаются в районе городов Сосновый Бор и Гатчина (рис. 1), где располагаются потенциально радиационно-опасные объекты: Атомная электростанция (4 энергоблока), научно-исследовательский технологический институт (2 ядерных реактора) и Петербургский институт Ядерной физики им. Б.П. Константинова: 1 действующий реактор, хранилища РАО [3].

В водах на побережье Финского залива концентрация трития находится на уровне 0,35-7 ТУ. Однако, в районе поселка Приветинское отмечается концентрация 7-12 ТУ (рис. 1). В этом регионе, в Финском заливе, в районе поселков Приветинское и Пески, располагается законсервированная база испытаний боевых радиоактивных веществ на Форте Ино [3].

На Северо-Западе Ленинградской области концентрация трития в поверхностных водах находится на уровне естественных значений 8-42 ТУ [5] и в среднем составляет 18 ТУ. Такой уровень концентрации исследуемого радионуклида не превышает значения предельно допустимой концентрации трития в воде 124 ТУ [2] и не представляет угрозу для здоровья людей.

Кроме того, в ходе исследования на территории Ленинградской области (Пушкинский, Тихвинский районы) были отобраны образцы биологических объектов (трава, листья, насекомые) и почвы. Для подготовки образцов использовался Sample Oxidizer 307 (Система автоматической пробоподготовки образцов, содержащих С-14 и Н-3 для анализа на жидкосцинтилляционных счетчиках); подготовленные пробы измеряли на низкофоновом жидкостном сцинтилляционном счетчике Quantulus-1220.

Среднее значение концентрации трития для исследованных образцов почвы составляет 157 ТУ. Концентрация трития в исследованных образцах насекомых составляет 176 ТУ, в образцах травы в Тихвинском районе, в среднем составляет 166 ТУ; в Пушкинском районе в среднем составляет 198 ТУ. Различия в значениях концентраций трития в исследованных образцах травы могут быть обусловлены месторасположением точек пробоотбора по отношению к потенциально радиационно-опасным объектам Ленинградской области. Тихвинский район, располагается на востоке об-

ласти, находится на значительном удалении от потенциально радиационно-опасных объектов. Пушкинский район находится в непосредственной близости от одного из потенциально радиационно-опасных объектов – Петербургского института Ядерной физики им. Б.П. Константинова (1 действующий реактор, хранилища РАО) [3], и путь поступления этого радионуклида в окружающую среду не только естественный, но и техногенный.

Перенос трития из почвы в растения, главным образом, связан с поглощением воды корнями растения. Тритиевая вода из почвы движется точно также как и обычная вода через ксилемный сок и в соответствии с градиентом электрохимических потенциалов, который поддерживается испарением воды из листьев. Концентрация трития в растениях сильно зависит от концентрации и распределения трития (в виде НТО) в почве, от типа почвы, от развития корневой системы растения [7].

Полученные значения содержания трития говорят о его равномерном распределении между элементами экосистемы данного региона.

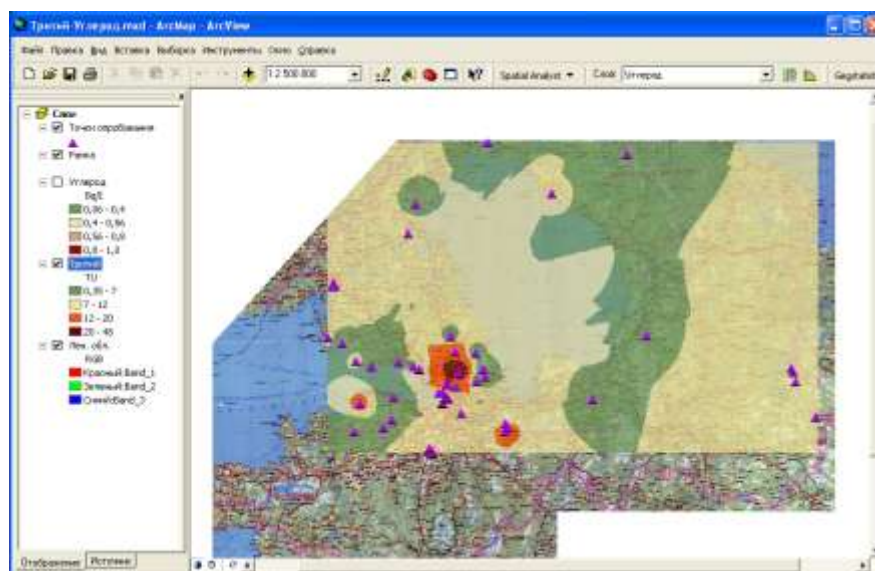


Рис.1. Окна приложения ArcMap ArcGis с картой распределения содержания трития в поверхностных водах территории бассейна Финского залива

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (ГК П1156) и Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Беловодский Л.Ф., Гаевой В. К., Гришмановский В. И. Тритий. – М., 1985 г.
2. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. Справочник, под ред. Л.А. Ильина, В.А. Филова. – Л., 1990 г.
3. Ленинградская область. Экологическая карта. Ясинский С., Денисова Т. «Дискусс Медиа», 2007-2008 гг.
4. www.ecodefense.ru; <http://www.cottagesspb.ru/ekologiya/chernobyl/>

5. Baeza A., Garcia E., Miro C. A procedure for the determination of very low activity levels of tritium in water samples. // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry – Vol. 241, No. 1 – 1999 – Pp. 93-100.
6. Radioactivity of the Baltic Sea, 1999–2006. HELCOM Thematic Assessment. Baltic Sea Environment Proc.: Publ. HELCOM, № 117, 2009.
7. Tritium in plants: A review of current knowledge C. Boyer, L. Vichot, M. Fromm, Y. Losset, F. Tatin-Froux, P. Guйтat, P.M. Badot Environmental and Experimental Botany 67 (2009) 34–51.

ДИАГНОСТИКА ПУТИЛОВСКОГО ИЗВЕСТНЯКА В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА ПЕТЕРГОФ

Тихова Е.А., Ермош Н.Г., ГБОУ ЦО «СПбГДТЮ», г. Санкт-Петербург

Одним из первых и самых распространенных природных материалов, использовавшихся при строительстве Санкт-Петербурга, был ордовикский известняк, называемый «путиловской плитой». Он использовался для облицовки цокольных этажей и фундаментов зданий, для ступеней лестниц, балконов, тротуаров, подоконников, укреплений для набережных, в качестве «напольного покрытия» и т.п. Важно, что строители XVIII-XIX вв. применяли свою классификацию слоев известняка, основанную на свойствах добываемого камня. В зависимости от этих свойств, применение известняка было различным – лучший камень определенных слоев шел на большие плиты, ступени, тротуарные плиты, цоколи и гробницы, остальные слои давали материал для черных лестниц бутовой плиты. В настоящее время многим постройкам, выполненным с использованием путиловского известняка, необходима реставрация. Для сохранения исторического облика зданий и долгого времени существования сооружений лучше всего использовать известняк из того же слоя, из которого он первоначально брался для строительства и облицовки. Однако сейчас узнать, из каких пластов были извлечены плиты, использованные в архитектурных постройках, довольно сложно. Для этого необходимо проводить их диагностику по особенностям минерального состава и текстурно-структурным характеристикам породы. Дополнительным признаком, позволяющим сделать определение слоя более точным, могут служить ихнофоссилии – следы проявлений существования и жизнедеятельности вымерших организмов.

Целью данной работы явилась диагностика слоев путиловского известняка в архитектурных постройках города Петергоф на основании литологических признаков и ихнофоссилий, содержащихся в нем.

На первом этапе работы было проведено изучение литературы, посвященной путиловскому известняку и ихнофоссилиям. В путиловской плите исторически выделяется 15 слоев мощностью 10-12, иногда до 30 см. Каждый пласт имеет характерный внешний облик и свои механические свой-

ства, которые и определили эту своеобразную «классификацию», сложившуюся еще в XVIII веке.

Пласт № 1 – Буток. Серовато-зеленый с желтоватыми полосами, с зернами глауконита, слабо кавернозный известняк. Достигает мощности 22 см. Пласт имеет в кровле поверхность твердого дна со сверлениями *Trypanites*. Благодаря этому его легко можно отличить от других пластов. Данный след считается наиболее простым, с морфологической точки зрения, следом сверления. Он представляет собой цилиндрический или субцилиндрический неветвящийся ход, с округлыми сечениями по всей длине. Скорее всего, являлся норкой обитания «червеобразного» животного; наиболее вероятными сверлильщиками, образователями следов, считаются в данное время черви полихеты. Дополнительной характеристикой являются следы *Bergaueria* в подошве пласта. *Bergaueria* – это следы в виде полукруглых или конических углублений, которые предположительно были оставлены актиниями.

Пласт № 2 – Братвенник. Светло-серый с лиловыми пятнами, доломитизированный известняк с глауконитом, мощностью 13-19 см. Пласт разделен на две части системой ходов рытья *Thalassinoides*. Ходы обогащены глауконитом и доломитом и выделяются зеленоватым и коричневым оттенками на фоне светлого известняка основной массы. *Thalassinoides* – трехмерная система ходов рытья, напоминающая лабиринт, состоящая из цилиндрических туннелей с ровными стенками – сеть горизонтальных подземных галерей и вертикальных ходов-шахт. Их диаметры варьируют от 5 до 45 мм, а глубина расположения лабиринта в осадке различается несколькими сантиметрами до 1,5 м. *Thalassinoides* считаются ископаемыми норками десятиногих раков. В подошве пласта наблюдаются сдавленные следы *Bergaueria*.

Пласт № 3 – Переплет – Светло-серый, крепкий, плотный, доломитизированный известняк. Переработан системой ходов *Thalassinoides* до такой степени, что отдельные слои «переплетаются» (откуда и название). Системы ходов заполнены глауконитом и доломитом. Они подчеркивают поверхности наложения и часто переходят с одного уровня на другой.

Пласт № 4 – Коноплястый – Светло-серый, крупнозернистый известняк. В нем имеется четко выраженный горизонт с вертикальными ходами сверления *Trypanites* типа «карандашей», глубиной до 6 см и диаметром 3-4 мм. «Карандаши» хорошо видны за счет желтоватого оттенка вмещающей породы в местах сверлений и зеленоватого оттенка их стержней.

Пласт № 5 – Мягонький – Зеленовато-серый, кавернозный известняк, часто с гнездами кальцита, мощностью около 9 см. Содержит следы *Thalassinoides*, но без «переплетения», как в слое № 3.

Пласт № 6 – Наджелтый – Серый с желтоватыми и лиловыми пятнами, слабо кавернозный, доломитизированный известняк, имеющий мощность 13-20 см. Переработан системой ходов *Thalassinoides* с отдельными поверхностями твердого дна, но без сверлений *Trypanites*.

Пласт № 7 – Желтый. Пласт имеет зеленовато-серый, иногда с лиловыми тонами, до рыжевато-желтого цвет. Мощность около 18 см. Зеленовато-серый и лиловые оттенки, скопления зерен глауконита и более мелкозернистого материала приурочены к ходам рытья *Thalassinoides*, а также к желтым поверхностям твердого дна. В нижней части пласта биотурбация биотурбация наиболее интенсивна, там преобладают обломки мелких брахиопод и трилобитов.

Пласт № 8 – Бутина – это слой красного мергеля, мощностью от 2 до 7 см, с ходами *Palaeophycus* и тонкими *Thalassinoides*. *Palaeophycus* – это преимущественно горизонтальные прямые или слегка изогнутые туннели с гладкой, бороздчатой или кольчатой стенкой. Считается, что создатели следов *Palaeophycus* являлись фильтраторами или хищниками.

Пласт № 9 – Красный. Легко узнаваемый в разрезе пласт мощностью около 24 см, окрашенный в ярко-красные, желтые и розовые цвета. Имеет характерные узкие, часто расположенные, вертикально ориентированные ходы сверления *Trypanites* типа «карандаши», длиной 3-5 см и диаметром 2-3 мм. Следы имеют разную окраску: красную, желтую, розовую и зеленую. Также содержит ходы рытья *Thalassinoides*.

В пласте № 10 – Старицкий. Светло-серый известняк с рассеянными в породе зернами глауконита, мощностью 11 см. Содержит ходы рытья *Thalassinoides*, но без ходов сверления.

Пласт № 11 – Зеленый – содержит внутри одну или несколько поверхностей твердого дна с крупными следами сверления *Gastrochaenolites oelandicus*. Они представляют собой каплеобразные камеры (округлой, эллиптической, миндалевидной или орехообразной формы), заполненные обогащенным глауконитом карбонатным материалом. Пласт имеет мощность около 9 см.

Пласт № 12 – Белоглаз. Светлый, зеленовато-серый с пятнами красного цвета известняк, мощностью около 20 см. Содержит многочисленные, рассеянные в породе зерна глауконита и обломки иглокожих. Системы ходов рытья заполнены биокластическим известняком.

Пласт № 13 – Красненький. Пласт имеет мощность 8-8,5 см, является сильно глинистым известняком интенсивной бордово-красной и ржаво-желтой окраски, интенсивно биотурбирован. Имеет несколько поверхностей перерыва, которые подчеркнуты ржаво-желтыми включениями и имеют причудливую форму (из-за наложения различных ходов рытья и сверления).

Пласт № 14 – Мелкоцвет. Пласт мощностью 10-10,5 см, представлен сильно глинистым известняком (мергелем) голубовато-серых, бордово-красных и ржаво-рыжих тонов. Известняк биокластический, с заметными следами интенсивной биотурбации.

Пласт № 15 – Бархат – сильно глинистый известняк с голубовато-серой окраской, мощностью 10 см. Насыщен обломками брахиопод и трилобитов.

На втором этапе работы была проведена диагностика образцов и описание коллекции путиловского известняка, отобранная во время выездов в Путиловский карьер весной-летом 2011 года. Особое внимание при диагностике обращалось на характер ихнофоссилий, содержащихся в образцах. В результате было выяснено, что отобранные образцы относятся к пластам Наджелтый и Желтый, Зеленый (со следами *Gastrochaenolites oelandicus*), Красненький (с ходами рытья *Thalassinoides*), Буток (со следом *Bergaueria*), Коноплястый (с ходами сверления *Trypanites* вида «карандаши»).

На третьем этапе работы была проведена диагностика пластов путиловского известняка в некоторых архитектурных постройках города Петергоф. С уверенностью были определены плиты следующих пластов:

- 1) отмостка дворца «Марли» (ГМЗ «Петергоф», Нижний парк) – Братвенник, Коноплястый, Красный;
- 2) стилобат павильона «Эрмитаж» (ГМЗ «Петергоф», Нижний парк) – Красный, Наджелтый;
- 3) коридор второго этажа Верхнесадского министерского дома (ул. Правленская, д. 11) – Буток, Красненький, Красный, Наджелтый, Желтый;
- 4) лестница жилого дома (ул. Аврова, д.5, корп. 1) – Наджелтый и Желтый;
- 5) отмостка собора святых Петра и Павла (Санкт-Петербургский пр., д. 32) – Братвенник, Старицкий, ступень одной из лестниц – Буток;
- 6) стена Сберегательного банка (Санкт-Петербургский пр., д. 2) – Наджелтый.

Одними из наиболее востребованных пластов, плиты из которых применялись как в наружной облицовке, так и во внутренней отделке, являются Красный и Наджелтый. Вероятнее всего, предпочтение было отдано именно этим слоям из-за их яркой окраски, причем, возможно, не при начальном строительстве, а при реставрации зданий. Такой вывод можно сделать, т.к. исторически эти пласты применялись для ступеней и облицовки цоколей зданий, а здесь они использованы в отмостке, стилобате и внутреннем коридоре.

Выводы:

1. Каждый слой путиловской плиты имеет определенные особенности минерального состава, структуры, текстуры и характерные ихнофоссилии. По совокупности этих признаков путиловский известняк можно диагностировать в памятниках архитектуры;
2. Основными пластами, из которых извлекались плиты для облицовки и внутренней отделки изученных архитектурных построек города Петергоф, были: Красный, Наджелтый (иногда вместе со следующим, Желтым), Буток, Братвенник, Красненький, Коноплястый, Старицкий;
3. Применение плит из некоторых слоев путиловского известняка при реставрации зданий не соответствует тому, как они использовались исторически.

Авторы выражают благодарность за консультации и контроль над ходом работы; К.В. Борисенкову за помощь при работе на Путиловском карьере; М.О. Савицкой за консультации при диагностике коллекции путиловского известняка.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ОРДОВИКСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ КАК ГРАДООБРАЗУЮЩЕГО ПРИРОДНОГО КАМНЯ

Гавриленко В.В.¹, Сазонова Е.В.², Шогунбекова З.Х.¹
¹РГПУ им. А.И. Герцена, ²СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербург является уникальным городом, построенным и строящимся на границе Русской платформы и Балтийского кристаллического щита. Подобного мегаполиса в мире более нет. К югу от города развиты песчаники, глины, известняки, а к северу – кристаллические сланцы, гнейсы, граниты. Соответственно, в архитектуре города традиционно использовались эти совершенно различные горные породы, что сформировало его знаменитую контрастность в архитектурном убранстве, в искусстве и, возможно, в характере коренных жителей, описанную в многочисленных литературных произведениях. Однако камни тоже не вечны. Они разрушаются со временем, и исследование процессов их изменения является важной проблемой, которая всё больше встаёт перед строителями и реставраторами.

Ордовикские известняки из окрестностей Санкт-Петербурга – это его первый природный каменный строительный материал. При строительстве города Пётр I сразу оценил высокое качество известняка Путиловской горы, находящейся неподалеку от Санкт-Петербурга в удобном месте, вблизи южного берега Ладожского озера. Уже в 1712 году по указу Петра на Путиловской горе были поселены работники для добычи плитчатого камня. Разработка «дикарей» (так с давних времен называются слоистые известняки в окрестностях Санкт-Петербурга) была несложной. Камень легко разделялся по трещиноватости и напластованию на «басмы» – так назывались отдельные глыбы. В работе использовались лом, кирка и изредка минный порох. Добытая плита затем подвозилась к Ладожскому каналу и на судах доставлялась в Петербург. Известняк легко поддается ручной и механической обработке, что и определило его широкое применение в строительстве великого города на протяжении всей его истории.

В начале строительства Петербурга каменоломни на Путиловской горе были единственными вблизи города, но постепенно география добычи ордовикских известняков вблизи Петербурга расширилась. Среди ломок, кроме Путиловских, наиболее известны Волховские (у дер. Дубовики, ст. Званка) и Обуховские; известняк разрабатывался также на реках Тосна, Ижора, Сла-

вянка, Поповка и в некоторых других местах. Одновременно росли умение правильно использовать свойства камня и мастерство его подбора по колеру. Полы в церквях и других зданиях научились делать полихромными, набирая их геометрический узор из плит разного цвета. Искусно использовали камень одних горизонтов ордовикского разреза только для наружных работ, других – для украшения внутренних помещений зданий. Мастера знали, из чего вырезать плиты для полов, из чего – для ступеней, какой камень брать для изготовления подоконников, различных фигурных деталей архитектурного убранства города. Стратиграфия ордовикских известняков изучена весьма детально, однако изменчивость химического и минерального состава пород, от чего и зависит устойчивость камня в городской среде, практически не исследована. Попробуем хотя бы частично восполнить этот пробел.

На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что кроме CaO (15-45%) в известняках присутствует значительное количество (MgO 2-11%). В остатках фауны так же ведущим компонентом выступает CaO (4,5-42%), но в некоторых случаях наблюдается и преобладание MgO и K₂O (по-видимому, за счёт глауконита).

Из микроэлементов в известняках, несомненно, ведущим является марганец (800-1050 ppm), кроме того, повышенными содержаниями выделяются Sr (70-150 ppm) и в некоторых случаях отмечаются Zn (до 75ppm) и Pb(до 60 ppm). В остатках фауны содержание Sr составляет 38-180 ppm, Zn 20-75 и Pb до 25-38 ppm. Существенного избирательного накопления химических элементов в реликтах фауны пока не установлено. Отметим при этом, что в оболочках песчаниках ордовика отмечается значительное накопление Sr – до 1000 ppm.

Характер произошедших изменений известняков при их выветривании в городской среде был изучен (аналитик А.Р. Нестеров) с помощью растрового электронного микроскопа – системы со сфокусированными электронным и ионным зондами Quanta 200 3D (Гавриленко и др, 2009).

Таким образом, важнейшим фактором изменения известняков в среде большого города является их минеральная неоднородность.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что с течением времени наиболее подвержен изменению в составе путиловского известняка чистый кальцит, в меньшей степени магнезиальный кальцит, причем, чем больше в нём содержание магнезия, тем в меньшей степени он подвергается воздействию внешней среды, вплоть до сохранения реликтов кристаллов в части известняка, напрямую контактирующей с внешней средой. Максимально измененная часть представляет собой скрытокристаллический агрегат кальцита, гипса, гидроксидов железа и других химических элементов, захваченных или осажденных на поверхности из окружающей среды. Глауконит, входящий в состав путиловского известняка в относительно большом количестве так же практически не подвергается воздействию среды и во внешней корке повсеместно встречаются реликты его зерен.

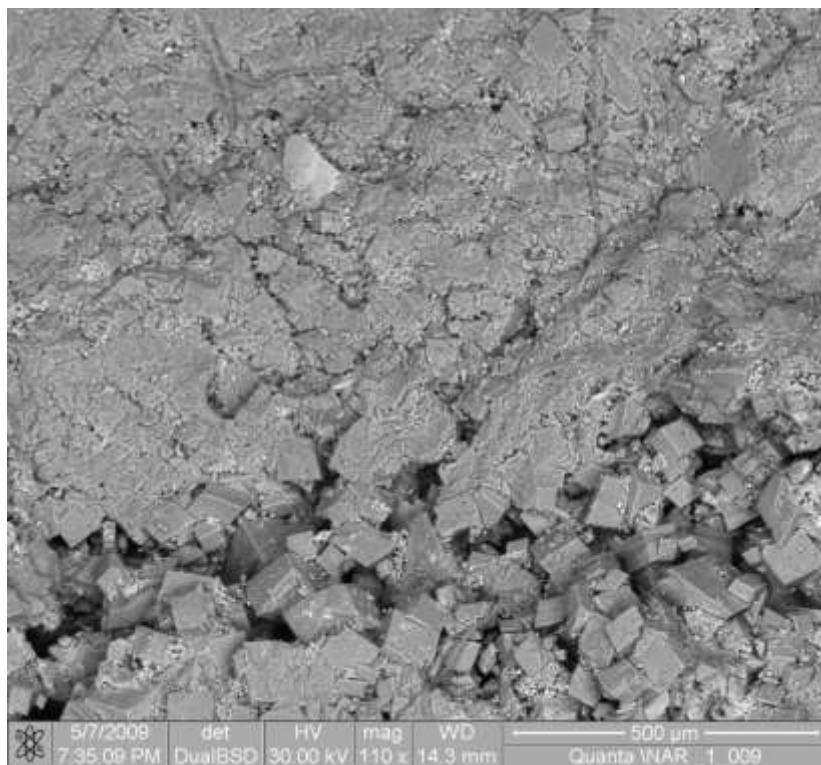


Рис.1. Слабоизмененный известняк. Отмечается неоднородная микроструктура известняка, переход от крупнозернистой к мелкозернистой части образца, внизу – кристаллы магниального кальцита, вверху – тонкозернистый кальцит с зерном глауконита в центре (светлое)

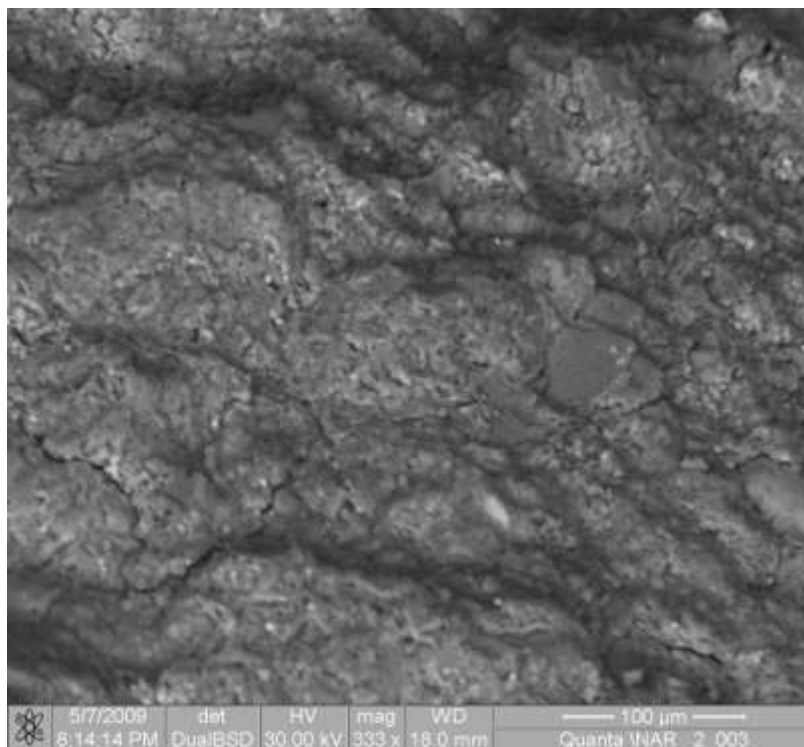


Рис. 2. Интенсивно измененный известняк. Реликты кристаллов слабоизмененного магниального кальцита в скрытокристаллической массе кальцита, гипса, гидроксидов железа и др.

Находящиеся на открытом воздухе в условиях агрессивной городской среды и постоянно ухудшающейся экологической обстановки памятники архитектуры из природного натурального камня уже более 200 лет подвергаются интенсивному разрушению.

Процессы физико-химического выветривания и биологической коррозии приводят к появлению на памятниках из камня характерных форм и видов разрушения, таких как эрозия, деструкция, растрескивание, расслоение и осыпание частиц каменного материала, образование черных корок, атмосферные и грязевые отложения, биообрастания камня.

Для памятников из карбонатных пород, хранящихся на открытом воздухе, выделяют два основных вида разрушения: эрозионный и корковый. Их изучение позволяет установить различную интенсивность проявления основных форм разрушения, выявив как памятники, имеющие лишь начальную стадию эрозионного вида разрушения и коркообразования, проявляющуюся в незначительном нарушении авторской фактуры поверхности, так и произведения, полностью утратившие часть своего первоначального объема в результате деструкции и осыпания частиц каменного материала и отслаивания черных корок.

Значительную роль в процессах разрушения карбонатных пород играют микробные сообщества (бактерии, микроскопические грибы, водоросли и лишайники). Исследования специалистов показали, что воздействие биодеструкторов существенно ускоряет развитие основных форм разрушения. Однако их зависимость от минерального состава породы, как и в случае мраморов и гранитов, к сожалению, до сих пор не проводится.

При проведенном изучении именно путиловских известняков было выяснено, что их разрушение в условиях городской окружающей среды происходит в несколько стадий. В силу того, что путиловские известняки состоят из чередующихся прослоев глинистых минералов и собственно карбонатной породы, сначала происходит механическое выщелачивание глинистых прослоев, особо ярко выраженное при нахождении вблизи объекта источника воды (водосточных труб). Затем – химическое разрушение кальцита и замещение его гипсом, уже под влиянием более глубокого воздействия компонентов атмосферы, осаждающихся на поверхности известняков и проникающих на различную глубину внутрь породы. Исчезновение известняка происходит уже механическим путём разрушения оставшихся слоёв, обогащённых доломитом.

Итак, практически полное разрушение путиловского известняка, исходя из сделанных наблюдений, происходит за несколько десятилетий. Существуют здания, в которых при не столь давнем капитальном ремонте фундамент был только частично заменен новыми плитами, и на них наглядно видно, что происходит с известняком в условиях городской среды при надлежащем уходе.

Наиболее эффективным и дешевым способом сохранения известняков может являться поверхностная обработка плит полимерными материалами с частичной цементацией уже возникших каверн для понижения интенсивности проникновения растворов внутрь плиты. Учитывая широкое использование путиловских известняков в Санкт-Петербурге, эти проблемы и выводы могут оказаться очень важными для города, его жителей и сохранения зданий и сооружений не только центра, но и всего города и его окрестностей, в первозданном виде.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ КАРБОНАТ-ИОНА В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ

*Пузык А.М., ГБОУ СОШ №553, г. Санкт-Петербург
Пузык М.В., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Осадочные породы известны в отложениях всех возрастов. Массовая доля карбонатных пород среди осадочных толщ составляет от 14 до 20% [1]. Преимущественно карбонатные породы образовались осадочным путём в морских и озёрных бассейнах. Мощность пластов может достигать нескольких десятков, сотен, а порой и тысяч метров. Для иллюстрации можно вспомнить Большой барьерный риф в Тихом океане близ северо-восточного побережья Австралии протяженностью 2500 км [2], побережье Греции, Крымские горы (Украина), либо месторождение пудостского камня (Россия, Ленинградская область, Гатчинский район, п.Пудость), из которого построен в 1811 г. величественный Казанский собор в Санкт-Петербурге.

Карбонатные породы разнообразны как по вещественному составу, так и структуре и происхождению. Основная масса карбонатных пород подразделяется в зависимости от содержания в них кальцита и доломита и от соотношения карбонатной и терригенной составляющих.

Известняки – это карбонатные породы, состоящие на 50% и более из кальцита и арагонита. Есть две основные формы нахождения кальцита, позволяющие определить происхождение породы. Это хемогенный кристаллически-зернистый кальцит и кальцит, образующий скелетные части организмов, микроводорослевые структуры, оолиты, пеллеты, комки и сгустки. Чистые известняки белые, но за счет примесей других веществ могут приобретать различные окраски: желтоватые, буроватые (примесь оксидов железа), серую до черной (присутствие органического вещества), зеленоватую (за счет некоторых силикатов) [1].

Доломиты сложены в основном (не менее 50%) одноименным минералом. Часто отмечается примесь аутигенных кальцита, гипса, ангидрита,

кремнезема, оксидов железа, глинистого вещества, отмечаются целестин, флюорит, соли, тонкорассеянное органическое вещество, пирит или марказит, терригенные обломки. Органические остатки в доломитах редки и плохой сохранности. Обычно это ядра, реже отпечатки. По внешнему виду мало отличаются от известняков. Однако в отличие от последних слабо реагирует с (2-5%) раствором соляной кислоты. Цвет доломитов белый, желтовато-белый, красноватый, желтый, зеленоватый, серый до черного (присутствие органического вещества). Битуминозные доломиты окрашены в коричневый цвет. Как правило, образует зернистые массы различной размерности от микрзернистых до крупнозернистых, могут быть кавернозными за счет пустот (каверн) выщелачивания. Органогенные биоморфные структуры встречаются редко [1].

Резко отличается по структуре наиболее чистая разновидность карбонатных пород — мел, состоящий в основном из тончайших частиц размером 1-3 микрон (остатки морских водорослей – кокколитофорид).

Таким образом, основные минералы, слагающие карбонатные породы – это кальцит, доломит и в меньшей степени магнезит (карбонат кальция – карбонат магния-кальция и карбонат магния, соответственно), а в качестве примесей может быть глинистое и органическое вещество, кварц, часто глауконит, пирит, фосфорит, кремний и т.д.

Из школьного курса химии хорошо известно, что все карбонаты реагируют с соляной кислотой (15-20%) по схеме:

Карбонаты + соляная кислота = углекислый газ + вода + соли Ca или Mg.

Из представленной схемы реакции следует, что из 1 моля находящегося в породе карбонат-иона образуется 1 моль углекислого газа. Поэтому нам представляется логичным, определение массовой доли карбонат-иона, через определение объема образующегося углекислого газа.

Для этой цели мы воспользовались стандартным оборудованием: комнатный термометр, барометр, лабораторный штатив, 3 лапки с муфтами, бюретка на 50 мл, реакционный сосуд – двухколенная пробирка «штаны» (при ее отсутствии можно использовать обычную пробирку), резиновый шланг (50 см), соединяющий нижний конец бюретки с уравнивающей воронкой с одной стороны, а с другой – резиновый шланг 20 см соединяет «штаны» и верхний конец бюретки (для этого необходимо на концы шланга прикрепить стеклянную трубочку (5-7 см), которые вторым концом соединяются с резиновыми пробками со сквозными отверстиями). Диаметр шлангов, трубок, отверстий в пробках подбирают в соответствии с диаметром реакционного сосуда и верхней части бюретки. Данное оборудование широко применяется в вузовском лабораторном практикуме по определению атомной массы магния через определение объема выделяющегося молекулярного водорода [3].

Однако, хорошо известно, что в отличие от неполярного молекулярного водорода плохо растворяющегося в воде, углекислый газ умеренно растворяется в воде (при комнатной температуре примерно 0,5 объема газа в 1 объеме воды). Поэтому, чтобы снизить растворимость (потери) углекислого газа мы в бюретку наливаем не чистую воду, а 10%-раствор соляной кислоты. Вместо 20%-раствора соляной кислоты, которая реагирует с карбонатной породой, можно использовать растворы азотной или уксусной кислот, с массовой долей кислоты около 20%. Использование серной кислоты не рекомендуется из-за возможного образования на поверхности кальций-содержащих минералов – плохо растворимого сульфата кальция!

При проведении расчетов необходимо помнить, что в воздухе системы (бюретка – реакционный сосуд) при данной температуре находятся пары воды. Их давление нужно вычитать из общего атмосферного (определяется по барометру), чтобы получить парциальное давление только углекислого газа. В скобках приведены некоторые табличные значения давления паров воды при различных температурах (при 15 С – 1704 Па, при 20 С – 2338 Па, при 25 С – 3167 Па, при 30 С – 4242 Па). Если температура воздуха в день эксперимента не соответствует предложенным значениям, надо найти необходимое значение давления паров воды графически: отложив на одной оси температуру, а на другой – давление.

Для нахождения количества углекислого газа удобнее всего воспользоваться уравнением Менделеева-Клапейрона:

$$pV=nRT,$$

где p , V и n – парциальное давление, объем и количество полученного углекислого газа, R - универсальная газовая постоянная (8.314 Дж/ моль К), T – температура воздуха (выраженная в кельвинах).

Массовая доля карбонат-иона в породе зависит от примесей, имеющих некарбонатную природу. Объем образующегося углекислого газа не должен превышать 50 мл (но лучше, чтобы объем был около 30-20 мл), поэтому масса образца карбонатной породы составит не более 100 мг (определяется экспериментально). Более того, при выборе образцов породы для данных опытов надо стараться брать однородные по цвету (количеству примеси). Для повышения точности рассчитываемой массовой доли карбонат-иона необходимо проводить не менее 5 экспериментов.

Таким образом, разработанная методика определения массовой доли карбонат-иона в осадочной породе может быть применена как в школьном, так и вузовском лабораторном практикуме.

Литература:

1. Минералы и горные породы СССР. Отв. ред. А.И. Гинзбург. – М., «Мысль». 1970. – 439 с.
2. Океаны. Энциклопедический путеводитель. – М.; Махаон. 2007.
3. Зайцев О.С. Исследовательский практикум по общей химии: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 480 с.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ САКСКОГО ОЗЕРА

Веселова М.А., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Крымские соленосные озера изучаются на протяжении долгого периода времени. Особый интерес для исследователей представляют минеральный состав, мощность отложений. В рамках нашего исследования наибольший интерес представляет изучение донных отложений соленосных озер с целью реконструкции палеоэкологических условий среды.

В Сакском озере (Крымский п-ов), в ходе геологической истории, был накоплен мощный пласт и поэтому в результате исследования мы столкнулись с проблемой отсутствия стандартных образцов (СО) для рентгенофлуоресцентного анализа донных отложений с высоким содержанием хлора. Отсутствие широкого набора методик определения количественного состава исследуемого объекта стоит отнести к недостаткам рентгеноспектрального метода определения химического состава вещества [6, 7]. Несмотря на это, точность, с которой происходят измерения на современных спектрометрах, безусловно, стоит отнести к его достоинствам [11]. Метод рентгеноспектрального анализа (РСА) динамично развивается и широко применяется при региональных геоэкологических исследованиях [9].

Для решения проблемы отсутствия СО были подготовлены образцы с необходимыми параметрами путем добавления в ГСО (государственные стандартные образцы) донных отложений и почв добавки определенного соединения. Создание новых СО складывается из следующих этапов: оценки примерного содержания хлора в образцах; подбора СО для приготовления образцов с заданными характеристиками [2].

Полученные качественным анализом (разновидность РСА) и в результате расчетов результаты позволяют использовать приготовленные нами образцы при создании градуировки для анализа соленосных донных отложений.

Градуировка или продукт – это файл, содержащий в себе всю информацию, необходимую для выполнения количественного анализа образцов. Под количественным анализом подразумевается расчет содержаний химических элементов, при котором измеренная интенсивность сравнивается с градуировочной характеристикой. За основу новой градуировки для анализа отложений соленых озер, мы берем градуировку для почв и донных отложений. Поэтапное создание градуировки приведено в ранее опубликованных работах [2].

С помощью созданной градуировки появилась возможность получить количественные данные по геохимическому составу разреза. Появление на градуировочном графике целого ряда точек (с помощью введения новых СО) позволяет расширить возможности анализа и получить более корректные данные по содержанию других химических элементов. Кроме того, с помощью добавления новой аналитической линии хлора в продукт были получены данные по его количественному содержанию в донных отложе-

ниях Сакского озера. Также данная методика может использоваться при анализе различных солоносных почв и донных отложений.

Геохимические методы при литофациальном анализе осадков получили широкое распространение с 1980-х годов. Данные методы позволяют реконструировать ландшафтно-климатические условия недавнего прошлого. Изучение распределения отдельных элементов в отложениях, особенно их соотношения с другими элементами дают ключ к пониманию процессов образования этих отложений и влияния на них палеогеографических и палеоэкологических факторов [4]. Целый ряд геохимических индикаторов, таких как показатель Петтиджона, калиевый и титановый модули, индекс химического выветривания и другие применялся для решения задач, поставленных перед нами в данном исследовании [8, 10, 3, 5, 1].

По результатам анализа геохимических показателей нами были сделаны следующие выводы о палеоэкологических условиях (рис.1):

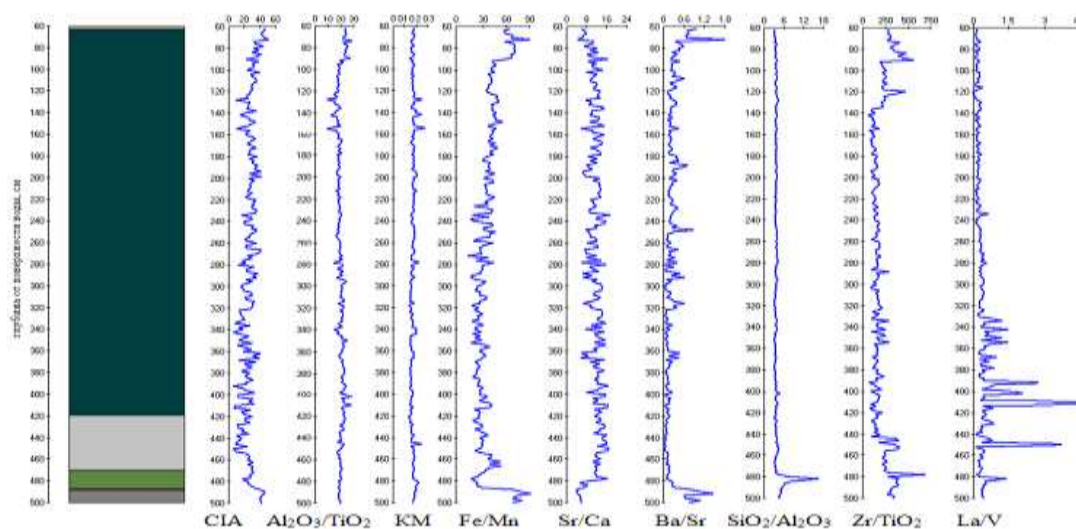


Рис. 1. Графики распределения значений геохимических показателей по разрезу донных отложений Сакского озера

1) практически весь материал, поступавший в бассейн седиментации, характеризуется постоянной степенью зрелости (относительной устойчивостью минералов в условиях выветривания), и только в основании разреза осадки более зрелые, на что указывают показатель Петтиджона (отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$), отношение Zr/TiO_2 , отношение La/V ;

2) однородный состав поступавшего в водоем материала (предположительно гидрослюдисто-хлоритовый состав отложений), что видно из графика распределения значений калиевого модуля (KM);

3) во время формирования данной толщи господствовали аридные климатические обстановки, на что указывает значение индекса химического выветривания (CIA), которое для всей толщи не превышает 60 единиц, а также значение отношения $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ (не более 20 единиц);

4) менее пресноводные и более глубоководные условия формирования отложений в верхней части и в основании разреза, на что указывает рас-

пределение значений Ba/Sr отношения, имеющего максимальные значения на глубинах 60-90 см и 485-500 см, а также распределение Sr/Ca отношения и значений Fe/Mn коэффициента.

Изменения условий осадконакопления на глубине 485 см мы предположительно связываем с этапом отделения соляных озер Крыма от Черного моря (5000 лет назад). С этого периода вышележащая толща (485-90 см) формировалась в условиях обособления Сакского озера от моря, что подтверждается резкой сменой геохимии осадков.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Акульшина Е.П. Глинистое вещество и осадочный рудогенез. – Н.: Наука, 1985. – 244 с.
2. Веселова М.А. Новая методика анализа озерных донных отложений с высоким содержанием хлора / Известия РГПУ им. А.И. Герцена. Естественные и точные науки. 2012. № 144. – С. 76-82.
3. Казаринов В.П., Бгатов В.И., Гурова Т.И. и др. Выветривание и литогенез. – М.: Недра, 1969. – 456 с.
4. Кулькова М.А. Геохимическая индикация ландшафтно-климатических условий в голоцене // Историческая геология и эволюционная география / Под. ред. Е.М. Нестеров. – СПб: НОУ «Амадеус», 2001. – С.171-179.
5. Лукашев В.К. Геохимические индикаторы процессов гипергенеза и осадкообразования. – Минск: «Наука и техника», 1972. – 320 с.
6. Методика выполнения измерения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа М049-П/04. – СПб.: ООО «НПО Спектрон», 2002.
7. Методы рентгеноспектрального анализа. – Новосибирск: «Наука», 1986. – 175 с.
8. Мигдисов А.А. О соотношении титана и алюминия в осадочных породах // Геохимия. №2. 1960. – С. 149-164
9. Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Маслова Е.В. Оценка техногенного воздействия на городскую среду на основе изучения геохимии донных отложений // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2008. – №2. – С. 96-99.
10. Резников А.Н. Железо-марганцовый коэффициент как показатель обстановки осадконакопления // Нефть и газ. Известия высших учебных заведений. №1. 1961. С.19-22
11. QAV. Программное обеспечение для спектрометров серии Спектроскан. Количественный анализ. – СПб.: ООО «НПО «Спектрон»», 2004. – 140 с.

РОЛЬ РАСТЕНИЙ В РАЗРУШЕНИИ ГРАНИТНЫХ НАБЕРЕЖНЫХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Попова Т.А., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Как известно, под выветриванием понимается процесс разрушения и изменения горной породы под воздействием факторов природной среды. Выделяют 3 основные формы выветривания: физическое, химическое и биологическое (Оллиер, 1987). Под физическим выветриванием понимается совокуп-

ность процессов, под действием которых порода теряет присущую ей массивность и дробится на обломки разной величины. Одной из главных причин этого вида выветривания являются температурные перепады как дневные, так и годовые, а также воздействие поверхностных и подземных вод, ветра и иных факторов. Химическое выветривание – процесс, ведущий к изменению размера и химического состава отдельных частиц горной породы с образованием новых вторичных минералов, более стойких в условиях земной поверхности – протекает под влиянием химического воздействия на породы воды, кислорода и растворенного в воде углекислого газа. И наконец, биологическое выветривание – процесс разрушения горных пород, происходящий при участии живых организмов, а также продуктов их жизнедеятельности. В свою очередь, для биологического выветривания можно предложить разделение на два типа: биомеханическое и биохимическое. Первое заключается в физическом разрушении и дроблении горных пород и минералов, например, древесная растительность в местах обнажения твердых каменистых пород способна расклинивать корнями трещины. Биохимическое выветривание заключается в химическом преобразовании горных пород и минералов под воздействием выделенных живыми организмами химических веществ различной природы (ферменты, соли, органические и неорганические кислоты, полисахариды и др.), являющихся как продуктами жизнедеятельности, так и образующихся при разложении остатков живых организмов. В результате биохимического разложения образуются вторичные минералы и комплексы органических и органоминеральных соединений, что приводит к формированию первичной почвы.

Скорость выветривания различных горных пород неодинакова. Так, например, для известняков она может достигать до 2-3см/год. Наиболее прочными в этом плане представляются граниты, но и они вопреки устойчивому мнению подвержены данному процессу, особенно в таких специфических условиях, которые складываются на территории крупных городов, подобных Санкт-Петербургу.

На протяжении трех столетий в декоре и облицовке Санкт-Петербурга использовался натуральный камень. Широко применялся ордовикский плитчатый известняк из Путиловского месторождения, пудостский камень из карьеров, расположенных неподалеку от реки Пудость, но все же, чаще всего в архитектуре Санкт-Петербурга встречается гранит. Именно им мощены тротуары и облицованы цокольные этажи административных зданий старой части города.

Особый облик гранит придает набережным города. Сейчас, общая длина всех набережных рек и каналов превышает 130 км, из них 38 км имеют большую архитектурно-художественную значимость и взяты под охрану государства. Условно набережные можно разделить на две группы – дооктябрьской и послеоктябрьской эпохи (Зискинд, 1989). Отличие первой группы от второй заключается в том, что набережные дооктябрьской

эпохи облицованы гранитом-рапакиви, послеоктябрьской – преимущественно гранитами с Кузнеченского месторождения.

Гранит-рапакиви является кислой магматической породой, отличительная особенность которой – наличие крупных, иногда до 5 см в диаметре, округлых (другое название – овоидальных), или яйцевидных, выделений розового полевого шпата – ортоклаза, окруженных белой оболочкой другого полевого шпата – олигоклаза. Овоиды сцементированы среднезернистой массой из розовых и белых полевых шпатов, серо-черного кварца, зелено-черной слюды и роговой обманки. Свое название, по-фински «рапакиви» означает «гнилой (или крошащийся) камень», гранит получил из-за быстрого выветривания.

Изучение процесса выветривания гранита-рапакиви и его биологической колонизации было проведено нами на примере набережных Санкт-Петербурга, относящихся к дооктябрьской эпохе: Дворцовой, Адмиралтейской, Английской, Петровской, Макарова, Кутузова, Университетской, Лейтенанта Шмидта, Аптекарской, а также набережных рек Мойки и Фонтанки, канала Грибоедова. Визуально все набережные характеризуются общностью процессов выветривания, проявляющегося в физическом разрушении (дезинтеграции), в ходе которого происходит образование трещин с возможным последующим отслоением гранитной породы (рис. 1 а, б).



Рис. 1. Трещины и сколы гранита на набережных Санкт-Петербурга:
а) набережная реки Мойки, напротив дома № 124;
б) Дворцовая набережная, напротив дома № 14/16

На отдельных участках набережных выявлено овоидальное выветривание гранитов (рис. 3). В таких местах часто развиваются накипные лишайники, а также формируется налет аэрофильных водорослей.

Особенностью набережных как своеобразного типа местообитания является резкая контрастность условий: повышенная влажность воздуха из-за испарения воды и иссушающее действие солнца и ветра; резкий перепад температур в течение суток (нагрев и охлаждение камня); прямое солнечное освещение. (Малышева, 1998).

Условно места обитания растений на набережных можно разделить на два типа. Первый, когда растение располагается непосредственно на самой гранитной породе (в большей степени это водоросли, мхи и лишайники).



Рис. 2. Овоидальное выветривание гранита (набережная реки Мойки, напротив д.№ 120)

Часто наблюдается тяготение организмов к какому-либо определенному минералу, например, в случае с лишайниками – к биотиту. Второй тип, когда растения заселяют так называемые щелевые экотопы, к которым относятся места стыков гранитных блоков, а также трещины, сформированные в результате физического выветривания породы. В этих экотопах создаются специфические климатические условия: температурный режим более стабильный и характеризуется более высокими температурами в зимний период, чем окружающая среда. Лимитирующим фактором для освоения щелевой ниши является эдафический – прежде всего бедность основными элементами питания (Похилько, 2006). В таких условиях способны произрастать виды, обладающие высокой пластичностью по отношению к почвенным условиям. Слаборазвитые почвы с низким уровнем аэрации и высокой степенью загрязнения (нефтепродуктами и тяжелыми металлами) существенно влияют на флористический состав растений щелевых экотопов. Из-за ограниченного пространства для развития корневой системы большинство видов древесных и кустарниковых растений не способно расти в щелях продолжительное время. Наиболее неприхотливые травянистые растения и мхи заселяют первичную почву. Благодаря их жизнедеятельности в пространствах между блоками набережных, на уступах и в трещинах происходит накопление органического вещества, и создаются условия для последующей стадии биологической колонизации. Полученные нами данные показали, что по видовому разнообразию (выявлено и идентифицировано более 100 видов растений) на набережных преобладают травянистые растения. Вместе с ними мхи составляют доминирующую группу на обследованных набережных.

В целом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что обрастание гранитных набережных Санкт-Петербурга водорослями, лишайниками, мхами, травянистыми, кустарниковыми и древесными растениями способствует деструкции гранита. В настоящее время продолжается изучение роли биологических обрастаний в трансформации гранита, аккумуляции атмосферных загрязнений и формировании первичных литобионтных сообществ.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Зискинд М.С. Декоративно-облицовочные камни. – Л.: Недра, 1989. – 254 с.
2. Малышева Н.В. Лишайники набережных Санкт-Петербурга // Ботанический журнал. – 1998. – Т. 83, № 2. – С. 40–47.

3. Оллиер К. Выветривание. – М.: Недра. 1987. – 346 с.
4. Похилько Л.О., Козловский Б.Л., Куропятников Н.В. Особенности древесной урбанофлоры щелевых экотопов Ростова-на-Дону // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы. – Ижевск, 2006. – 124 с.

РАЗРУШЕНИЕ ГРАНИТА-РАПАКИВИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Власов А.Д., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Гранит-рапакиви широко встречается в архитектуре Санкт-Петербурга: фасады зданий, набережные рек и каналов, мостовые, скульптурные памятники, постаменты, облицовка станций метрополитена. Гранит-рапакиви (по-фински означает «гнилой камень») свое название получил из-за быстрого выветривания, что связано, прежде всего, с особенностями его структуры. В этой породе калиевый полевой шпат частично представлен в виде овоидов различного размера в разном количестве, иногда окруженных каймой из плагиоказа (Тутакова и др., 2011). Пространство между округлыми выделениями полевых шпатов заполнено другими минералами – кварцем, слюдой.

Выветривание гранита обусловлено физическими и химическими процессами. Физическое выветривание проявляется в результате воздействия на породу циклов замораживания и оттаивания. Одним из проявлений этих процессов является трещиноватость породы. При химическом выветривании особое значение имеет каолинизация – процесс, ведущий к формированию вторичных глинистых минералов за счёт преобразования алюмосиликатов. Глинистые минералы абсорбируют воду, повышая влажность гранита, которая в свою очередь способствует микробному росту по плоскостям спайности в слюдах и полевых шпатах или на границах между кристаллами. Выветривание минералов и рост микроорганизмов приводят к внутренней напряженности, способствуя ослаблению кристаллической решетки и разрушению связей между отдельными минералами (Schiavon, 2007; Härmä, Selonen, 2008; Наймарк и др., 2009).

На поверхности гранита часто образуются пленки и корки различной природы. В результате загрязнений в городской среде на поверхности гранитных памятников и зданий образуется черная пленка со сложным составом органических и неорганических соединений. Состав черных поверхностных наслоений достаточно изменчив в городских условиях и зависит от внешних факторов, прежде всего загрязнения окружающей среды (Pereira de Oliveira, 2011). В образовании пленок и наслоений на поверхности гранита важную роль играют живые организмы (Sanjurjo-Sánchez et al., 2012). Например, зеленую пленку образуют водоросли и цианобактерии, в формировании бурой пленки на поверхности гранита могут принимать участие железобактерии, а в составе черных пленок преобладают темноокрашен-

ные микроскопические грибы. В целом, выветривание гранита – сложный физико-химический процесс, значительный вклад в который вносит биологический фактор.

Биологическое обрастание гранита изучено недостаточно. Гораздо большее количество работ посвящено биоповреждениям карбонатных пород, а также искусственного (строительного) камня. Вместе с тем, широкое применение гранита в архитектуре городов в последние годы привлекает внимание к проблеме его биологического разрушения. Причиной повреждений гранита могут выступать различные группы живых организмов. К деструкторам этой породы относят бактерии, микроскопические водоросли и грибы, мхи, лишайники, высшие растения, беспозвоночные и позвоночные животные. Однако, по мнению многих исследователей, основной ущерб гранитным сооружениям наносят микроорганизмы, обладающие высокой деструктивной активностью (Warscheid, Braams, 2000). Они оказывают на гранит физическое и химическое (прежде всего, выделение органических и неорганических кислот) воздействие. Микробное поражение породы углубляет и ускоряет процесс выветривания, что выражается в осыпании поверхностного слоя камня, формировании углублений (неоднородной поверхности) или поверхностных отложений (корок). Условия окружающей среды чаще всего являются определяющими для освоения каменистого субстрата микроорганизмами (Sanjurjo-Sánchez et al., 2012). В промышленно загрязненных зонах на поверхности гранита в повышенных количествах оседают соли тяжелых металлов, алифатические и ароматические углеводороды, соединения серы, фосфора, хлора, азота, углерода и других элементов. Как показывает большинство проведенных исследований, аккумуляция загрязнений на граните чаще всего способствует появлению и росту поверхностных биопленок. Их развитие может приводить к изменению пористости породы и сопровождается нарушением циркуляции влаги в ее толще (Dornieden et al., 2000).

При описании повреждений гранита в Санкт-Петербурге учитывалась характеристика самой породы, внешние признаки повреждений, условия экспонирования объекта (освещенность, влажность, температура и др.) К внешним признакам повреждений относятся изменения цвета и структуры поверхностного слоя, различные формы обрастаний и новообразований, наличие трещин и полостей. Отбор образцов производился с наиболее типичных участков поврежденного субстрата. При исследовании разрушения гранита использовали петрографический анализ, световую и сканирующую электронную микроскопию, методы выявления и идентификации микроорганизмов, рентгеноспектральный микрозондовый анализ, атомно-абсорбционную спектроскопию, а также хромато-масс-спектрометрию.

Рассмотрим наиболее характерные формы повреждений гранита-рапакиви на примере памятника В.П. Стасову, расположенного в Центральном

районе Санкт-Петербурга в Некрополе Мастеров Искусств Александроневской Лавры.

В городской среде в основном разрушение породы сопряжено с различными типами наслоений и биологическими обрастаниями поверхности гранита. Доминирующей формой обрастания является зеленый налет водорослей из отдела *Chlorophyta*. Среди основных форм повреждения гранита-рапакиви на памятнике В.П. Стасову было выявлено овоидальное выветривание. При этом овоиды полевого шпата были окружены скоплениями аэрофильных водорослей. В целом на памятнике доминировали биологические наслоения с доминированием водорослей. Также встречались мелкие дерновинки мхов. Среди наслоений преобладала корка черного цвета, образованная атмосферными загрязнениями и микроорганизмами. В образцах гранита с памятника отмечается высокая численность бактерий (средняя численность – $1,0 \times 10^6$ клеток на грамм субстрата). Полученные данные свидетельствуют о том, что загрязнения поверхности гранита способствуют формированию насыщенного бактериального сообщества с преобладанием слизистых и спорообразующих бактерий. Среди микроскопических грибов доминировали темноокрашенные микромицеты, обладающие повышенной устойчивостью к внешним воздействиям. В целом по результатам исследования можно заключить, что доминирующим типом биообрастания на памятнике В.П. Стасову являются микробные пленки сложного состава.

Проведено исследование химического состава поверхностных пленок и наслоений на памятнике В.П. Стасову, а также почвы на границе с памятником (табл. 1). Полученные результаты указывают на превышение ПДК по Zn, Cu, Pb. Однако известно, что микроорганизмы, в особенности микромицеты, проявляют повышенную устойчивость к тяжелым металлам, и подобные концентрации не могут служить препятствием для их развития (Баринава, 2010).

Таблица 1.

Валовое содержание металлов в пробе поверхностных наслоений с памятника В.П. Стасову и в образце почвы на границе с памятником (атомно-абсорбционная спектроскопия)

Элемент	Концентрация, мкг/г	
	камень	почва
Fe	32280,6	5025,6
Mn	501,8	106,9
Zn	502,2	446,8
Cu	500,9	467,8
Pb	125,1	173,1
Cd	15,5	10,9

Следует отметить, что главные различия в составе загрязнений на памятнике и в почве состоят в содержании железа и марганца. Их количество в наслоениях на памятнике оказалось в несколько раз выше, чем в почве. Вероятно, это связано с биогенной аккумуляцией данных элементов, а также их накоплением в продуктах разрушения породы.

Полученные данные указывают на существенное влияние условий окружающей среды на состояние поверхности гранита и развитие литобионтного сообщества. Эти данные подтверждают возможности использования результатов изучения состава и структуры микробных сообществ в городской среде как индикатора состояния экосистем.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Барина К.В., Щипарев С.М., Власов Д.Ю. Влияние цинка и меди на образование органических кислот и рост *Penicillium citrinum* // В сб.: Биомониторинг и охрана живой природы в северо-западном регионе. – СПб.: ВВМ, 2010. – С. 77–81.
2. Наймарк Е.Б., Ерошев-Шак В.А., Чижикова Н.П., Компанцева Е.И. Взаимодействие глинистых минералов с микроорганизмами: экспериментальных данных // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70, № 2. – С.155–167.
3. Тутакова А.Я., Романовский А.З., Булах А.Г., Лир Ю.В. Облицовочный камень Ленинградской области. – СПб.: Русская коллекция, 2011. – 80 с.
4. Dornieden T., Gorbushina A.A., Krumbein W.E. Patina – physical and chemical interactions of sub-aerial biofilms with objects of Art // In: Ciferri O., Tiano P., Mastromei G. (Eds.). Of Microbes and Art: The Role of Microbial Communities in the Degradation and Protection of Cultural Heritage. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2000. P. 105–119.
5. Härmä P., Selonen O. Surface weathering of rapakivi granite outcrops implications for natural stone exploration and quality evaluation // Estonian Journal of Earth Sciences. 2008. V.57, N3. P.135-148.
6. Pereira de Oliveira B., de la Rosa J. M, Miller A. Z., Saiz-Jimenez C., Gomez-Bolea A., Sequeira Braga M., A Dionisio A. An integrated approach to assess the origins of black films on a granite monument // Environ Earth Sci. 2011. N 63. – P. 1677–1690.
7. Saiz-Jimenez C. Biodeterioration and Biodegradation: the Role of Microorganisms in the Removal of Pollutants Deposited on Historic Buildings // International Biodeterioration and Biodegradation. 1997. Vol. 40, № 2-4. – P. 225–232.
8. Sanjurjo-Sánchez J., Juan Ramón Vidal Romani, Carlos Alves. Comparative analysis of coatings on granitic substrates from urban and natural settings (NW Spain) // Geomorphology. 2012. N 138. – P. 231–242
9. Schiavon N. Kaolinisation of granite in an urban environment // Environ. Geol. 2007. Vol. 52. – P. 399-407.
10. Warscheid Th, Braams J. Biodeterioration of stone: a review // International Biodeterioration and Biodegradation. 2000. N. 46. – P. 343–368.

ИЗУЧЕНИЕ ПОРОД НА КОНТАКТЕ С ГРАНИТАМИ РАПАКИВИ САЛМИНСКОГО МАССИВА

*Жданова В.С., ГБОУ ЦО «СПбГДТЮ», г. Санкт-Петербург
Березин А.В., ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург*

Материал для исследовательской работы был отобран во время летней экспедиции Клуба юных геологов им. академика В.А. Обручева в окрестности карельского города Питкяранта. По заданию Института геологии и геохронологии докембрия РАН участники экспедиции готовили к экскур-

сии молодых ученых интересные геологические объекты Салминского массива гранитов рапакиви.

Одним из таких объектов был обычно редко проявленный в обнажениях контакт гранитов рапакиви с габбро-анортозитами у поселка ранее описанный лишь поверхностно.

Целью проведенной работы явилось выяснение детального описания контакта и петрографическая характеристика приконтактных пород.

Салминский массив гранитов рапакиви расположен на северо-восточном побережье Ладожского озера и является одним из наиболее крупных массивов рапакиви южной части Балтийского щита. Площадь массива превышает 4500 кв. км, возраст около 1,6 млрд. лет. Салминский массив представляет собой типичную многофазную интрузию, которая сечёт складчатые структуры и метаморфические породы нижнего протерозоя. В строении массива принимают участие пять серий пород: габбро-анортозиты, включающие габбро, габбро-нориты и анортозиты; монцониты и кварцевые сиениты; амфибол-биотитовые граниты, альбит-протолитионитовые граниты.

Изучаемый контакт гранитов рапакиви и габбро-анортозитов расположен юго-западнее населенного пункта Колатсельга (~5 км) в выемке шоссе. Длина видимой части контакта 3,5-4 м, ширина обнажения до 1 м. Граница контакта неровная, характерен плавный переход от гранитов к габбро. Амфибол-биотитовые граниты имеют пятнистую окраску в коричневых тонах; среднезернистую структуру, овоидную текстуру. Габбро-анортозиты отличаются по темному, почти черному цвету; имеют среднезернистую структуру, массивную текстуру.

В образцах, согласно макроскопическому описанию, породы представлены (снизу вверх по обнажению) гранитом рапакиви, монцонитами (два образца) и габбро-анортозитом.

Для более точного определения минерального состава каждого образца было сделано по одному петрографическому шлифу. С помощью поляризационного микроскопа описаны порообразующие и акцессорные минералы, рассчитано их процентное соотношение в породах. По минеральному составу, в основном по содержанию кварца, плагиоклаза и калиевого полевого шпата, можно классифицировать горные породы, как (в порядке полевого описания): амфибол-биотитовый щелочно-полевошпатовый сиенит, биотитовый щелочно-полевошпатовый гранит, монцонит, оливин-биотитовый сиеногранит.

Поскольку минеральный состав тесно связан с химическим, в лаборатории геологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета был выполнен рентгенофлуоресцентный анализ исследуемых образцов (аналитик Бороздин А.П.). По химическим характеристикам, по содержанию SiO_2 и суммы K_2O и Na_2O , горные породы определены как гранит (два образца), сиенит и кварцевый диорит.

Сравнивая данные по минеральному и химическому составу пород на контакте, можно видеть, что образцы, классифицированные разными методами, попадают в зону пород кислого состава. По данным проведенного исследования, контактовые породы образованы при взаимодействии амфибол-биотитового гранита-рапакиви и оливин-биотитового сиеногранита, который ранее был описан габбро-анортозитом.

Опираясь на полученные данные, можно сделать вывод, что граниты рапакиви образовались раньше сиеногранитов. Этот факт подтверждает наличие овоидов калиевого полевого шпата в вышележащих породах. Оливиновые сиенограниты контактировали с частично закристаллизовавшимися гранитами рапакиви, с образованием промежуточных пород, обогащенных кварцем.

КРЕМНЕКИСЛЫЕ ПОРОДЫ РАННЕЭЙФЕЛЬСКОГО ЮЖНО-ИРЕНДЫКСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА: ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Измайлова А.А., Башкирский государственный университет, Институт геологии УНЦ РАН, г. Уфа

Южно-Ирендыкский палеовулканический комплекс слогаёт восточную и северо-восточную части Бурибайского рудного района. Этот комплекс по стратиграфическому уровню соответствует ирендыкской свите и датируется ранним эйфелем [Биков, Захаров, Косарев и др., 1973, Среднепалеозойский вулканизм..., 1983, Стратиграфия и корреляция..., 1993, Артюшкова, 2010].

Кислые породы, участвующие в строении этого комплекса представлены тремя типами: 1 – кунакайским; 2 – суурганско-подольским; 3 – сукраковским [Косарев, 1975, 1977, 1982].

1. Дацинты и риодациты кунакайского типа слагают нижнюю подтолщю второй толщи ирендыкской свиты ($D_2ef_1ir_2^1$) в пределах Кунакайского стратовулкана, расположенного на левобережье реки Таналык в 10 км на северо-восток от поселка Уфимки.

Кремнекислые породы кунакайского типа представлены базо-кварцевыми дацитами и риодацитами мелкопорфировыми, флюидалными, с вкрапленниками, состоящими из титаномагнетита, плагиоклаза и роговой обманки. Плагиоклаз первой генерации не зонален, содержит малое количество продуктов деанортитизации, обладает лейстовидной и таблитчатой формой. Такой же состав имеют и редкие полнокристаллические (гомеогенные) включения, встреченные в этих породах. Плагиоклаз и амфибол кристаллизовались в большинстве случаев одновременно, но после титаномагнетита. Вторая генерация плагиоклаза представлена микролитами.

Кремнекислые породы кунакайской подтолщи перекрываются вулканами андезит-андезибазальтового состава карсаклытауской подтолщи (ir_2^{II}), а затем отложениями эффузивно-пиракласто-тефроидной базальт-ан-

дезибазальтовой ташлытауской подтолщи (ir_2^{III}). Перечисленные подтолщи представляют антидромную серию, которая слогает Кунакайский стратовулкан и генетически связана с процессами кристаллизационной дифференциации [Косарев, Пучков, Серавкин, 2005].

2. Кислые породы суурганско-подольского типа слагают первую и третью толщи ирендыкской свиты в пределах Подольской кальдеры, и третью толщу в области ареального кислого вулканизма, включающую на северо-западе Суурганский участок, а на юго-востоке район урочища Сукраково, представляющий собой северный фланг Подольской кальдеры. В составе третьей толщи ирендыкской свиты присутствуют тела экструзивно-субвулканической фации, которые вместе с пирокластолитами, эффузивами и тефроидами слогают эффузивно-экструзивно-субвулканический Суурганско-Подольский комплекс. Мощность кислых пород ir_3 достигает 600 м, по простиранию с севера на юг Суурганско-Подольский комплекс прослежен на 30 км при ширине выходов вкрест простирания 5-15 км.

Кислые породы (суурганско-подольский тип) представлены дацитами и риолито-дацитами от крупно- и мегафирового до мелкопорфирового строения. Эти породы образуют самостоятельные мелкие вулканические постройки, слагают экструзивные купола, субвулканические тела, пласты пирокластических пород и тефроидов, эффузивные лавовые потоки.

На рудном поле Подольского месторождения крупнокварцевые липарито-дацитовые порфиры слагают Центрально-Подольский экструзивный купол и толщу экструзивно-пирокластических брекчий и туфов, образующих шлейф вокруг экструзии и залегающих на этом участке в основании разреза ирендыкской формации. Кремнекислый экструзивный купол окаймляется экструзивно-субвулканическими телами кварцевых андезитов и андезито-базальтов грибообразной формы, внедрившимися вслед за кислыми расплавами.

3. Сукраковский тип кислых пород слагает комплекс завершавший активный вулканизм Подольской кальдеры. Сукраковский комплекс распространен в северной ее части. Зона максимальных мощностей трахидацитовых пород образует дугу, совпадающую с северным сегментом кальдеры, площадь распространения этой толщи составляет около 70 км², максимальная мощность достигает 567 м, объем – 9 км³. Толща залегаёт в моноклинали, погружающейся под отложения улутауской свиты в целом на юго-восток.

Сукраковский тип кислых пород [Косарев, 1975] имеет состав от риолитового с повышенной щелочностью до трахиандезито-дацитового, в среднем – отвечает трахидацитам. Они содержат до 15% вкрапленников плагиоклаза (альбита, альбита-олигоклаза) лействидной формы размером 1-4 мм, редкие (1-3%) выделения биотита, роговой обманки и титаномагнетита. Рудный минерал – более ранний, нежели плагиоклаз и роговая обманка, биотит же кристаллизовался после плагиоклаза.

4. Геохимические особенности кремнекислых пород различных типов анализируются на основании количественных аналитических материалов полу-

ченых методами нейтронно-активационного (ГЕОХИ, г. Москва), рентгено-флюоресцентного (ИГЕМ, г. Москва, Университет г. Удины, Италия), атомно-абсорбционного (ИГЕМ, г. Москва, ИГ РАН, г. Уфа), ICP-MS (ИГЕМ, г. Москва, Университет г.Гранада, Испания). Часть геохимических материалов содержится в публикациях [Spadea et. al., 2002, Косарев, 1975, Косарев и др., 2005].

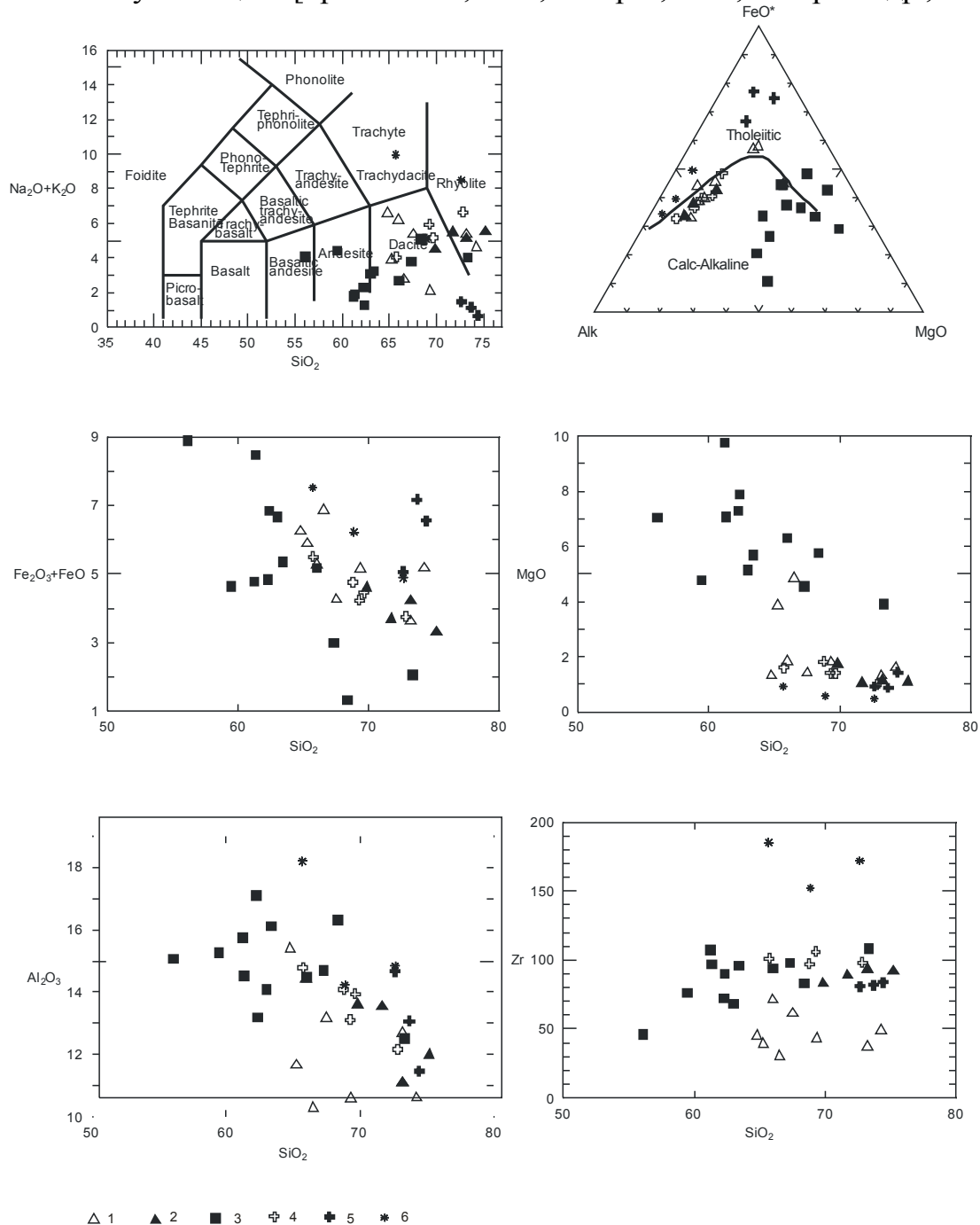


Рис. 1. Геохимические особенности кремнистых пород раннеэфельского южно-ирендыкского палеовулканического комплекса. Условные обозначения: 1 – ферродациты и риодациты Кунакайского вулкана (ir_{1-2}); 2- риодациты (ir_3) Суурганского участка; 3 – Подольский интрузивный комплекс габбро-диорит-плагиогранитного состава; 4 – кислые вулканыты первой и третьей толщи ($ir_{1,3}$) Западно-Подольского участка; 5 – риодациты надрудной толщи (ir_3) Подольского месторождения; 6 – трахидациты и риодациты сукраковской толщи

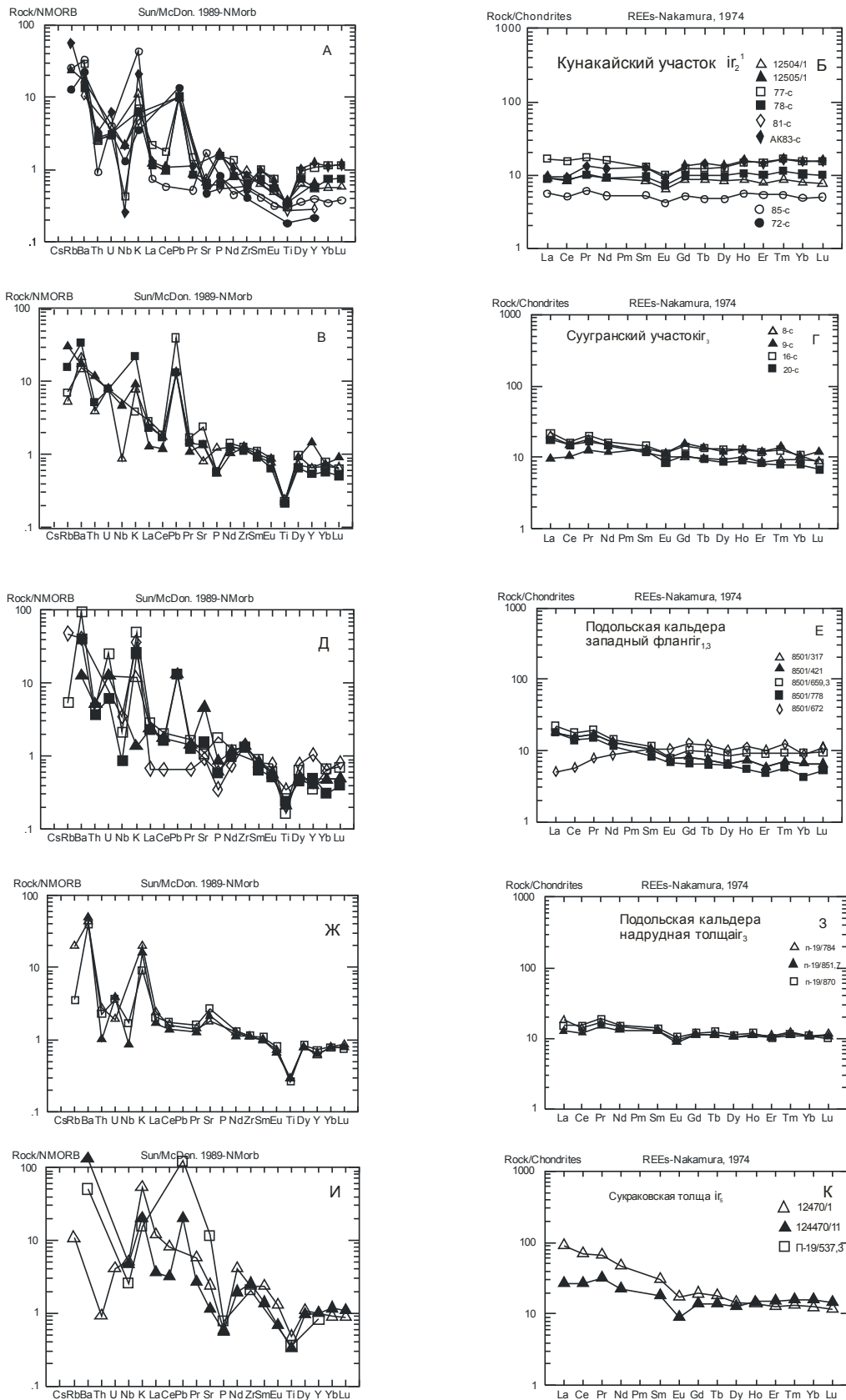


Рис. 2. Распределение микроэлементов, нормированных по N-MORB [Sun, McDonough, 1989] и редкоземельных элементов по хондриту [Nakamura, 1974] в кислых вулканитах Южно-Ирендыкского островодужного комплекса

Кунакайский тип кислых пород (рис.1, 2) характеризуется низкими содержаниями Al_2O_3 и Zr, широким размахом количеств суммарного железа при наличии отрицательной корреляции $(FeO + Fe_2O_3) - SiO_2$. На спайдердиаграмме нормированных значений порода/хондрит все графики имеют ровный «толеитовый» характер. Слабый минимум Eu свидетельствует о фракционировании плагиоклаза. На спайдердиаграмме порода/N MORB хорошо проявились min Nb, Ti, Zr, свидетельствующие о принадлежности вулканитов к островодужной толеитовой петрогенетической серии.

Суурганско-Подольский тип распространен в безрудной (Суурганский участок) и колчеданоносной (Подольская кальдера) зонах. По сравнению с предыдущим типом характеризуется повышенными концентрациями Al_2O_3 , Zr. Кислые породы надрудной толщи Подольского месторождения отличаются повышенными содержаниями SiO_2 и пониженными MgO. На спайдердиаграмме порода/хондрит очевиден дефицит тяжелых РЗЭ при обогащении легкими РЗЭ, что свидетельствует о известково-щелочной специфике этой группы пород.

Сукраковский тип кислых пород относится к группе субщелочных и известково-щелочных пород с повышенной глиноземистостью. Значительная часть проб характеризуется содержаниями Al_2O_3 14-18%, что позволяет классифицировать эти породы как умеренно-высоко-глиноземистые [Баркер, 1983]. Характерны также высокие концентрации Zr, низкие MgO, что сопоставимо с известково-щелочной серией запада США и субщелочной серией Камчатки. По совокупности характеристик кислые породы Сукраковской толщи (ig_5) относятся к переходному типу от высококалиевой известково-щелочной серии к шошонитовой [Косарев и др., 2005].

5. В ходе дальнейших исследований планируется более детальное изучение геохимии вулканитов суурганско-подольского и сукраковского типов в пределах Подольской кальдеры на рудовмещающем надрудном и подрудном уровнях, на флангах и в зоне орудинения. Особое внимание будет уделено выявлению особенностей распределения рудогенных элементов, что необходимо для разработки модели рудно-магматической системы и уточнения геохимических критериев поисков колчеданных руд.

Литература

1. Артюшкова О.В. Биостратиграфия по конодонтам вулканогенно-осадочных отложений девона Магнитогорской мегазоны Южного Урала. – Новосибирск, 2009. – 40 с.
2. Баркер Ф. Трондьемиты, дациты и связанные с ними породы // Трондьемит: определение, геологическая обстановка и гипотезы образования. – М: Мир, 1983. – С. 9-19.
3. Биков М.Ш., Захаров А.А. Косарев А.М. и др. Геологическое строение Бурибайского рудного района. Отчет о геологической съемке масштаба 1:50000 Таналыкской КГСП за 1967-1973 г.г. – Уфа, Фонды БТГУ, 1973 г.
4. Косарев А.М. О кислых вулканогенных породах кали-натрового ряда на западном крыле Магнитогорского мегасинклиория // Силуро-девонский вулканизм Южного Урала. – Уфа: БФАН СССР, 1975. – С. 125-132.
5. Косарев А.М. Силуро-девонский вулканизм Бурибай-Маканского рудного района

- (Южный Урал). Автореферат дисс. ... канд. геол.-мин. наук. – Москва, 1977. – 30 с.
6. Косарев А.М., Пучков В.Н., Серавкин И.Б. Петролого-геохимические особенности раннедевонско-эйфельских островодужных вулканитов Магнитогорской зоны в геодинамическом контексте // Литосфера № 4, 2005. – С. 22-42.
 7. Среднепалеозойский вулканизм Башкирского Зауралья и связь с ним колчеданного оруденения / П.Ф.Сопко, И.Б.Серавкин, А.С.Бобохов, А.М.Косарев. – Уфа: БФАН СССР, 1983. – 116 с.
 8. Стратиграфия и корреляция среднепалеозойских вулканогенных комплексов основных медноколчеданных районов Южного Урала / В.А. Маслов, В.Л. Черкасов, В.Т.Тищенко и др. – Уфа: УНЦ РАН, 1993. – 217 с.
 9. Spadea P., D'Antonio M., Kosarev A., Gorozhanina Y., Brown D. Arc-continent collision in the Southern Urals: Petrogenetic aspects of the Forearc–arc Complex // Mountain Building in the Uralides: Pangea to the Present. Geophysical Monograph. 132. 2002. – P. 101-134.

УФИМСКО-АЙСКАЯ ПОДНАДВИГОВАЯ ЗОНА – ПОДАЛЛОХТОННОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ ЮРЮЗАНО-СЫЛВЕНСКОЙ ДЕПРЕССИИ

*Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М.
Башкирский государственный университет, г. Уфа*

Юрюзано-Сылвенская депрессия (далее по тексту ЮСД) представляет собой линейную зону погружения земной коры, прослеживающуюся перед западным фронтом складчатого Урала. Протяженность депрессии с юга на север составляет около 400 км, ее ширина, согласно общепринятым геологическим границам, варьирует от 50 до 80 км. ЮСД на юге граничит с Каратауским аллохтоном, на западе – с Уфимским плато, на востоке – со складчатым Уралом, с севера ограничивается Полюдовым кряжем (рис. 1) [Наливкин, 1950]. В пределах ЮСД распространены региональные надвиги, к которым приурочены фронтальные антиклинальные складки, некоторые из которых содержат промышленные скопления углеводородов [Казанцев и др., 1999].

Стратиграфический разрез ЮСД представлен осадочными породами верхнего протерозоя, палеозоя, мезозоя и кайнозоя. По условиям образования они могут быть подразделены на два комплекса: отложения, относящиеся к основанию (ложу) прогиба (*предпрогибные*), которые накапливались в шельфовых условиях до начала формирования передового прогиба, и отложения *прогибные*, образованные во время погружения ложа перед надвигавшимся с востока Уральским орогеном. К первым относятся отложения с возрастом от протерозоя до нижнего карбона включительно, ко вторым от среднего карбона до перми.

Отложения предпрогибные характеризуются идентичностью состава стратиграфических подразделений по ширине всей ЮСД, тогда как для осадков прогибных характерна смена формаций в ЮСД по латерали. Поверхность архейско-раннепротерозойского кристаллического фундамента под ЮСД по данным геофизики погружается к востоку от 8 км (в районе Тастубского рифа) до 12,5 км на Урале. Палеозойские и докембрийские породы ЮСД погружаются на восток и юг, в целом согласуясь со структурой кристаллического фундамента.

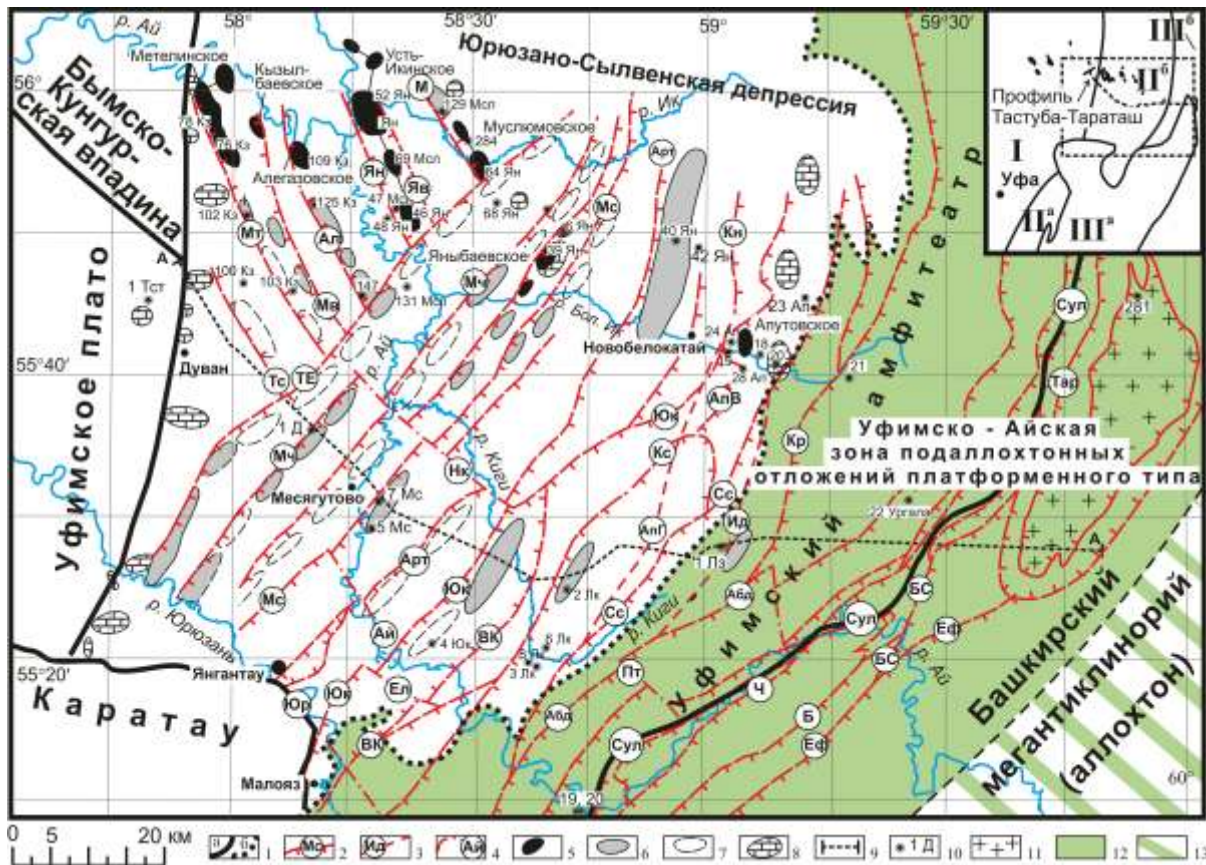


Рис. 1. Структурная схема юга Юрюзано-Сылвенской депрессии. Составил И.М. Фархутдинов по материалам Ю.В. Казанцева, геологической съемки, бурения и сейсмопрофилирования. Условные обозначения: римскими цифрами на обзорной карте обозначены структуры: I – Русская плита; II – Предуральский прогиб; II^а – Бельская впадина, II^б – Юрюзано-Сылвенская депрессия; III^а – Башкирский мегантиклинорий; III^б – Уфимский амфитеатр. 1 – границы структур первого порядка (а), восточная граница распространения нижнепермских отложений (б); 2 – надвиги (Тс – Тастубский, Мт – Метелинский, Мв – Метелинский Встречный, Ал – Алегазовский, Ян – Яныбаевский, Яв – Яныбаевский Встречный, М – Муслюмовский, ТЕ – Таймеевско-Емашинский, Мч – Мечетлинский, Мс – Месягутовский, Юк – Юкаликулевский, Арт – Артинский, Кн – Казанский, ВК – Верхнекигинский, АпВ – Апутовский Верхний, Кс – Кисеикский, Сс – Сосновский, Кр – Карантауский, Абд – Абдрезяковский, Сул – Сулеинский, Ч – Чулковский, Тар – Тараташский, БС – Бакало-Саткинский, Аф – Ефремовский, Б – Багрушский); 3 – надвиги нижнего яруса структур (АпГ – Апутовский Глубинный, Ид – Идрисовский); 4 – сдвиги (Юр – Юрюзанский, Ай – Айский, НК – Нижнекигинский, Ел – Ельгильдинский); 5 – месторождения углеводородов; 6 – поднятия, подготовленные сейсморазведкой для поисково-разведочного бурения; 7 – предполагаемые поднятия; 8 – рифовые массивы; 9 – геологические профили (А-А – Тастуба – Тараташ); 10 – скважина, ее номер и название разведочной площади (Тст – Тастубская, Кз – Кызылбаевская, Мсл – Муслюмовская, Ян – Яныбаевская, Д – Дуванская, Мс – Месягутовская, Лз – Леузинская, Юк – Юкаликулевская, Ап – Апутовская, Лк – Лаклинская); 11 – аллохтонные выходы архейского кристаллического фундамента (тараташский комплекс); 12 – Уфимско-Айская зона подаллохтонных отложений ЮСД платформенного типа; 13 – предполагаемое продолжение Уфимско-Айской зоны.

Прогибные отложения ЮСД представлены карбонатными, терригенно-карбонатными и терригенными формациями, которые сменяются с запада

на восток. Среди первых выделяются платформенные и рифовые формации, ко вторым относятся депрессионные, к третьим – флишевые.

Перечисленные формации средне-верхнекаменноугольных и нижнепермских отложений характеризуются четко выраженной закономерностью размещения. Они прослеживаются в виде полос уральского простирания, сменяясь последовательно с запада на восток от платформенных формаций к депрессионным и далее к флишу.

По миграции барьерных рифов, фиксирующих западный край прогиба, а также по перемещению границы карбонатных и терригенных пород на запад устанавливается расширение ЮСД в геологическом времени [Наливкин, 1950]. В позднекаменноугольный период граница прогиба с платформой проходила по меридиану Выдрзиского рифа, в ассельском веке она отодвинулась на 7-10 км к западу, в сакмарское время – еще на 15-20 км, а в артинское на 20-30 км. Общее расстояние миграции западной границы прогиба в течение только ранней перми составило 50-60 км. Таким образом, перемещаясь с востока на запад рифовые массивы ЮСД последовательно располагаются в отложениях более молодых стратиграфических подразделений. Общая величина смещения границы терригенных фаций в ЮСД по данным В.Д. Наливкина составляет 60-70 км.

В южной части ЮСД расположены два самостоятельных участка с преобладающими северо-западным и северо-восточным простираниями надвигов в отложениях палеозоя (см. рис. 1). Первый участок расположен в северо-западной части ЮСД, второй – в юго-восточной. Смена простираний дислокаций проходит по линии сел Михайловка – Верх. и Ниж. Тукбаево – Сулейманово – Емаша и соответствует линии простирания Таймеевско-Емашинского надвига. К северо-западу от этой линии расположены Метелинский, Метелинский Встречный, Алегазовский, Яныбаевский, Яныбаевский Встречный и Муслимовский надвиги северо-западного простирания [Казанцев и др., 1999]. Во фронтальных частях надвигов расположены антиклинали, ориентированные длинной осью в северо-западном направлении.

К юго-востоку от вышеупомянутой линии распространены надвиговые дислокации северо-восточного простирания: Таймеевско-Емашинская, Мечетлинская, Артинская, Юкаликулевская, Апутовская, Сосновская и другие. Во фронтальных частях их также развиты валы антиклинальных складок. Северо-восточная ориентировка разрывных нарушений близка к уральской (варисской) складчатости. Это Мечетлинская, Месягутовская, Юкаликулевская и другие тектонические чешуи северо-восточного простирания, смятые в виде синформ, образованных падающими на встречу друг другу надвигами. Разрывные нарушения также осложнены асимметричными антиклинальными складками.

В некоторых из фронтальных антиклинальных складок открыты залежи нефти и газа в трещиноватых известняках верхнего и среднего карбона (в пределах Республики Башкортостан это – Метелинское, Кызылбаевское,

Алегазовское, Устьикинское, Муслюмовское, Яныбаевское и Апутовское месторождения углеводородов).

Горизонтальная амплитуда надвигов и шарьяжей, интенсивность дислоцированности горных пород ЮСД возрастают с запада на восток по мере приближения к Уральскому орогену (рис. 2).

На западе краевая зона ЮСД по линии тектонического нарушения граничит с Уфимским плато. Восточная граница ЮСД со складчатым Уралом не настолько четкая, как западная, с Уфимским плато, чаще всего ее проводят по самым восточным выходам на поверхность нижнепермских отложений.

Кусинским отрядом Челябинской геологической экспедиции (руководитель Ф.А. Пискунов) в районе сочленения ЮСД со складчатым Уралом был пробурен ряд скважин, подтвердивший наличие платформенных автохтонных отложений ЮСД под уральским аллохтоном. Так, в районе Кукшикской группы бокситовых месторождений, скважины 19 и 20 под отложениями миньярской свиты верхнего рифея вскрыли фаменские известняки. Скважина 29, заложенная на левом берегу р. Салиаз, у западной окраины д. Ново-Сюрюкаево, под доломитами миньярской свиты в интервале 120-310 м дважды вскрыла живетско-нижнефранские известняки

Представления о блоковом строении Урала раньше не допускали возможность продолжения платформенных отложений ЮСД под складчатыми сооружениями орогенной зоны, которые рассматривались как автохтонные. Считалось, что ЮСД имеет корытообразную форму с западным и восточным бортами. Причем восточный борт считался более крутым. С открытием шарьяжно-надвигового строения Урала положение коренным образом изменилось [Камалетдинов, 1965, 1974 и др.]. Выяснилось, что ЮСД имеет форму обширной пологой моноклинали, погружающейся в восточном направлении и скрывающейся далее под шарьяжами Урала.

Отсутствие восточного крыла ЮСД имеет важное значение для нефтяной геологии, позволяя вести поиски углеводородов далеко к востоку, где палеозой залегает под аллохтонами, сложенными породами протерозоя и архея.

Кроме того, если раньше существование восточного крыла считалось барьером, запирающим возможную миграцию нефти и газа с востока, со стороны складчатого Урала, то сейчас мы видим, что причина для отрицания гидродинамических связей между передовым прогибом и орогенной областью снимается.

Вышеупомянутые данные бурения, факт смещения границы терригенных и карбонатных формаций и миграции рифовых массивов с востока на запад являются доказательствами наличия под складчатым Уралом подаллохтонных отложений ЮСД, которые прослеживаются на восток на 50 км и более под аллохтонными образованиями Уфимского амфитеатра и Башкирского мегантиклинория.

Условные обозначения к рис. 2: 1 – пермь; 2 – верхний карбон; 3 – средний карбон; 4 – нижний карбон; 5 – карбон нерасчлененный; 6 – верхний девон; 7 – средний девон; 8 – нижний девон; 9 – девон нерасчлененный; 10 – силур; 11 – ордовик; 12 – 13 – свиты верхнего рифея: 12 – миньярская, 13 – зильмердакская; 14 – верхний рифей на востоке, верхний рифей и венд на западе; 15 – зигальгинская свита среднего рифея; 16 – средний рифей; 17 – 18 – свиты нижнего рифея: 17 – саткинская, 18 – айская; 19 – нижний рифей; 20 – архейский кристаллический фундамент; 21 – рифовый массив; 22 – стратиграфические границы; 23 – надвиги (Мч – Мечетлинский; Мс – Месягутовский; Юк – Юкаликулевский; Кс – Кисеикский; СС – Сосновский; Ид – Идрисовский); 23 – скважины: пробуренные (а), рекомендуемые (б).

Это позволило авторам выделить новую *Уфимско-Айскую зону поднадвиговых платформенных отложений* [Фархутдинов и др., 2012] (см. рис. 2). Таким образом, ширина ЮСД составляет не 50-80 км, как считалось ранее, а 100-140 км за счет ее подаллохтонной части.

Авторы считают, что в автохтонных платформенных отложениях *Уфимско-Айской поднадвиговой зоны* можно прогнозировать открытие новых скоплений углеводородов.

Литература

1. Казанцев Ю.В., Гумерова А.Г. Закономерности строения и развития передовых прогибов Восточно-Европейской платформы // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. 2008. №13. – С. 115 – 117.
2. Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Загребина А.И., Газизова С.А. Структурная геология северо-востока Башкортостана. – Уфа: АН РБ, Отд. наук о Земле и экологии, 1999. – 131 с.
3. Камалетдинов М.А. Покровные структуры Урала. – М.: Наука, 1974. – 229 с.
4. Камалетдинов М.А. К вопросу о покровной тектонике Урала в свете новых данных. – Геотектоника, № 1, 1965.
5. Наливкин В.Д. Фации и геологическая история Уфимского плато и Юрезано-Сылвенской депрессии. – М.: Гостоптехиздат, 1950. – 126 с.
6. Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М. Поднадвиговая зона Юрюзано-Сылвенской депрессии – новый перспективный объект для поисков нефти и газа // Бурение и нефть. – М., апрель 2012. – С. 26-29.

КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПРЕДЕЛЫ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ЭНАНТИОМЕРОВ (ЭТАНОЛАМИНОВАЯ СОЛЬ 3-ХЛОРОМИНДАЛЬНОЙ КИСЛОТЫ) И ДИАСТЕРЕОМЕРОВ (ТРЕОНИН)

Таратин Н.В., Котельникова Е.Н., СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Органическое вещество широко распространено в геологической среде в рассеянном виде в форме сложных поликомпонентных смесей. Хиральные органические вещества существуют в виде правой и левой молекул-стереоизомеров одного и того же органического соединения. Фундаментальное исследование кристаллов таких веществ необходимо для дальнейшего развития молекулярной геохимии и биогеохимии, а также для совер-

шенствования технологических процессов и создания новых продуктов в фармакологии, агрохимии, пищевой индустрии. Изучение процессов кристаллизации молекулярных соединений также интересно как модельное исследование процессов природного минералообразования.

Нами исследуются пределы смесимости (ДСК, порошковая рентгенография) и особенности кристаллического строения (монокристаллическая дифрактометрия, порошковая рентгенография) бинарных смесей (R)/(S) – энантиомеров этаноламиновой соли 3-хлороминдальной кислоты и L/Lallo-диастереомеров треонина. Специфика стереохимии изучаемых соединений влияет на схему их изучения.

Система этаноламиновой соли 3-хлороминдальной кислоты (E3CIMA) $C_6H_4 Cl-CH(OH)-COOH...NH_2-CH_2-CH_2-NO$ состоит из пары ((R)- и (S)-

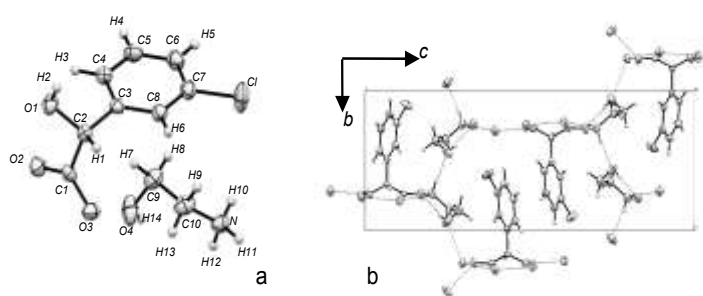


Рис. 1. Кристаллическая структура (R)-E3CIMA. Стереохимия молекул (а) и расположение молекул внутри ячейки (б)

энантиомеров и исследуется нами впервые. Все свойства (за исключение оптической активности) пары энантиомеров одинаковы, фазовые диаграммы таких веществ симметричны относительно эквимольного (рацемического) состава.

В отличие от молекулы E3CIMA, имеющей один хиральный центр, молекула треонина (Thr) $HO_2C-CH(NH_2)-CH(OH)-CH_3$ имеет два разных хиральных центра. При этом треонину свойственны две принципиально разные конфигурации расположения хиральных центров, в результате чего выделяют треонин (Thr) и аллотреонин (alloThr). Вследствие этого образуются две энантиомерные системы L-Thr—D-Thr и L-alloThr—D-alloThr и четыре диастереомерные системы, попарно различающиеся между собой: L-Thr—L-alloThr, D-Thr—D-alloThr и L-Thr—D-alloThr, D-Thr—L-alloThr. В пределах каждой из диастереомерных пар достаточно изучить одну систему. Известно, что энантиомерные системы являются эвтектическими (Sapoundjiev, 2006), фазовые равновесия в диастереомерных системах ранее не изучались. Спецификой треонина является его разложение до плавления: метод дифференциально-сканирующей калориметрии является не пригодным для изучения диаграммы плавления.

Кристаллическая структура чистого (R)-энантиомера решена прямыми методами с использованием данных рентгеновской дифракции в ромбической группе $P2_12_12_1$ ($R1=0.045$ для всего массива, состоящего из 3021 рефлексов). Кристаллическая структура (Рис. 1) представляет собой чередование хиральных 3-хлороминдальных и ахиральных этаноламиновых слоев, соединенных между

собой водородными связями. Молекулы этаноламина связаны между собой связью $N-H1...O4$ (1.98 Å), 3-хлороманделаты соединены между собой при помощи связи $O1-H2...O3$ (2.21 Å), примыкающей к хиральному центру $C2$. Каждая молекула 3-хлороманделата связана с двумя этаноламинами при помощи трех водородных связей $O4-H14...O2$ (2.01 Å), $N-H12...O3$ (1.91 Å) and $N-H11...O2$ (1.84 Å). Рентгенографические исследования порошков, полученных кристаллизацией водных растворов с разным соотношением (R)/(S) энантиомеров, показали, что все составы кристаллизуются в ромбической группе $R2_12_12_1$. Рассчитанные на основе дифракционных данных параметры ячейки (Рис.2) указывают на нелинейный характер изменения метрики решетки в зависимости от состава исходной смеси.

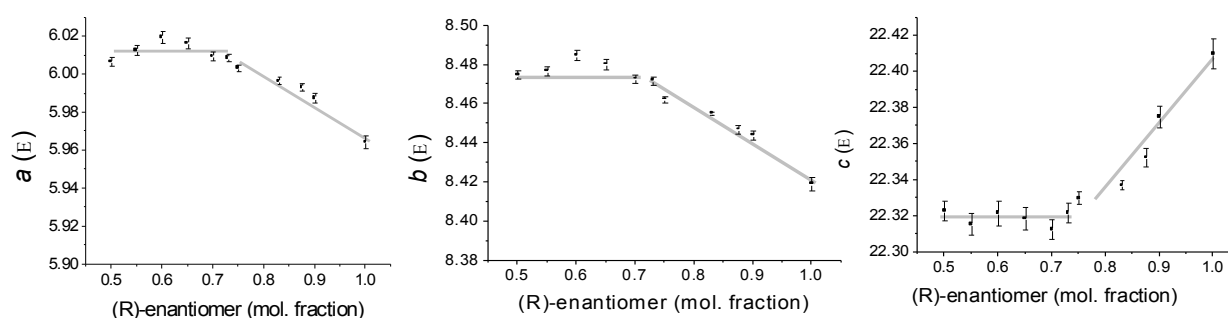


Рис. 2. Зависимость параметров элементарной ячейки от содержания (R)-ЕЗСІМА в смеси

В области составов от чистого энантиомера до 0.75 (R)-ЕЗСІМА параметры a и b и объем V уменьшаются практически линейно. Параметр c , напротив, в этом интервале составов увеличивается. В области составов от 0.75 (R)-ЕЗСІМА до рацемического (эквимольного) соотношения 0.50 (R)-ЕЗСІМА все зависимости выполаживаются, и значения параметров становятся практически одинаковыми.

Зависимость метрики кристаллической решетки от состава указывает на вхождение молекул (S)-этантимера в кристаллическую структуру (R)-энантиомера, т.е. подтверждают существование твердых растворов в системе. Отсутствие четкой зависимости между параметрами решетки и составом в области 0.75-0.5 (R)-ЕЗСІМА соответствует области распада твердых растворов. Эти данные, а также результаты дифференциально-сканирующей калориметрии (Рис. 3) указывают на то, что система ЕЗСІМА формирует ограниченные твердые растворы эвтектического типа. Отметим, что этаноламиновая соль миндальной кислоты (Wermester, 2007) обладает сходным с ЕЗСІМА типом фазовой диаграммы, в то время как для миндальной кислоты (Lorenz, 2004) характерно образование двойного соединения, характеризующегося монотропным полиморфизмом.

Попытки получения монокристаллов из водных растворов с разным содержанием R/S энантиомеров не увенчались успехом. При выращивании методом снижения температуры кристаллизации не происходило: при максимальных пересыщениях наблюдалось стеклование раствора. При

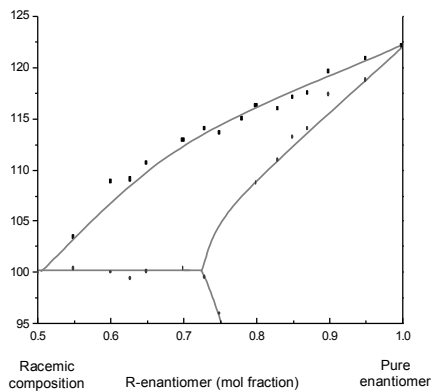
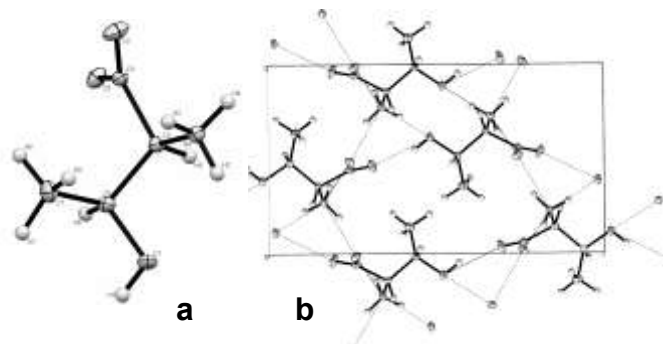


Рис.3 Бинарная диаграмма ЭССiМА (на основании данных ДСК). Показана лишь независимая область составов

выращивании методом испарения растворителя наблюдалось расщепление кристаллов (при добавлении 5% противоположного энантиомера) и до формирования сферолитов (из эквимольного раствора)

Кристаллическая структура L-alloThr (Рис. 4) была решена нами прямыми методами с использованием данных рентгеновской дифракции в пространственной группе $P2_12_12_1$ ($R1=0.054$ для всего массива, состоящего из 2612 рефлексов).

Рис. 4. Кристаллическая структура L-alloThr. Стереохимия молекулы (a) и расположение молекул внутри ячейки (b)



Несмотря на разницу в конфигурации молекул кристаллические структуры L-Thr и L-alloThr имеют сходный характер распределения водородных связей. Каждая молекула треонина соединена водородными связями с семью соседними молекулами; объединения из трех и более молекул образуют замкнутые полигональные фрагменты. Трехмерная комбинация таких полигонов формирует каркасный мотив структуры.

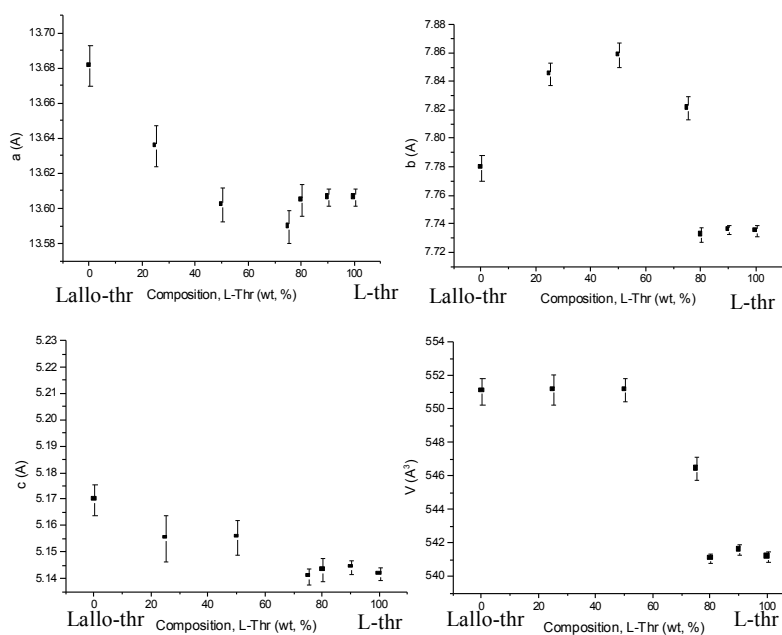


Рис.5 Зависимость параметров элементарной ячейки от содержания L-Thr в исходной смеси

Рентгенограммы L-Thr, L-alloThr и их смесей весьма схожи, но отличаются конфигурацией некоторых групп пиков, расположенных в областях ~ 12 и ~ 23 2θ . При этом рентгенограммы L-Thr, L-alloThr и смесей 0.9, 0.8 L-Thr (весовые доли L-Thr в смеси)

сходны между собой и отличаются от смесей 0.25, 0.5 и 0.75 L-Thr. Индцирование показало, что все составы принадлежат к ромбической группе $P2_12_12_1$. На кривой зависимости параметров ячейки от состава выделяется два участка. В области составов от чистого L-alloThr до 0.5 L-Thr параметры a и c уменьшаются, а параметр b увеличивается, в то время как результирующее значение объема остается практически постоянным. В области от 0.75L-Thr до L-Thr происходит скачкообразное уменьшение объема ячейки, а параметры элементарной ячейки слабо зависят от состава.

Полученные данные указывают на существование в системе твердых растворов L и L-allo диастереометров Thr с областью их распада вблизи L-Thr.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 12-05-00876–а и 10-02-01303-а.

Литература:

1. D. Sapoundjiev, H. Lorenz, A. Seidel-Morgenstern // J. Chem. Eng. Data, 51 (2006) P.1526-1566
2. N. Wermester, E. Aubin, M. Pauchet, S. Coste, G. Coquerel //Tetrahedron: Asymmetry, 2007. Vol. 18. P. 821-831
3. H. Lorenz., A. Seidel-Morgenstern contribution //Thermochemica Acta, 2004. Vol.415. P.55-61

МОРФОЛОГИЯ КРИСТАЛЛОВ РАЦЕМАТА МИНДАЛЬНОЙ КИСЛОТЫ, ВЫРАЩЕННЫХ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРИМЕСЬЮ ЭТАНОЛАМИНА

Молодцова Е.А., Таратин Н.В., СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Органическое вещество широко распространено в геологической среде и находится там преимущественно в рассеянном виде. Миндальная кислота $C_6H_5CH(OH)COOH$ является представителем карбоновых оксикислот, наличие хирального центра (выделен курсивом) обуславливает существование двух (R и S) энантиомеров. При этом все свойства энантиомеров одинаковы, за исключением оптической активности и свойств в оптически активной среде (в том числе в биологических средах) Из эквимольной смеси энантиомеров миндальной кислоты кристаллизуется двойное соединение [1] – отличающееся по свойствам (температура плавления, растворимость) – и характеризующееся центросимметричной кристаллической структурой. Известны две полиморфных модификации рацемата миндальной кислоты [1,2,6]. Этаноламин – слабое основание – формирует химические связи с миндальной кислотой. При кристаллизации эквимольного раствора этаноламина и миндальной кислоты формируется новая система – этаноламин манделат (этаноламиновая соль миндальной кислоты $C_6H_5-CH(OH)-COOH...NH_2-CH_2-CH_2-NO$), также представленная парой энантиомеров. (R)- (S)- энантиомеры этаноламиновой соли миндальной кислоты формируют ограниченные твердые растворы эвтектического типа [4]. Влияние этаноламина на кристаллизацию рацемата

миндальной кислоты изучается нами впервые. Кристаллы выращиваются из водных растворов с разным мольным соотношением миндальной кислоты и этаноламина методом снижения температуры и испарения растворителя. Морфология кристаллов изучается при помощи оптической микроскопии. Фазовый состав получаемых продуктов определяется при помощи порошковой рентгенографии. Растворимость в воде и особенности кристаллизации рацемата миндальной кислоты изучается по микрокристаллизационной методике [7].



Рис. 1 Скрытокристаллическая масса рацемата миндальной кислоты



Рис. 2. Кристаллы рацемата миндальной кислоты, полученные в результате перекристаллизации

При выращивании методом снижения температуры (температура экспозиции 4 °С) миндальная кислота образует скрытокристаллическую массу (рис.1), заполняющую весь объем пробирки. После 2-3 дней экспозиции в тех же самых условиях белая масса исчезает, и появляются хорошо ограниченные кристаллы, размером до 5 мм (рис. 2). Перекристаллизация наблюдается в подавляющем большинстве, но не во всех случаях. При добавлении 10-20 мол. % этаноламина образуются кристаллы мелкие 2-3 мм полупрозрачные кристаллы. При добавлении более 30 мол.% этаноламина раствор становится вязким и не кристаллизуется в течении долгого времени.

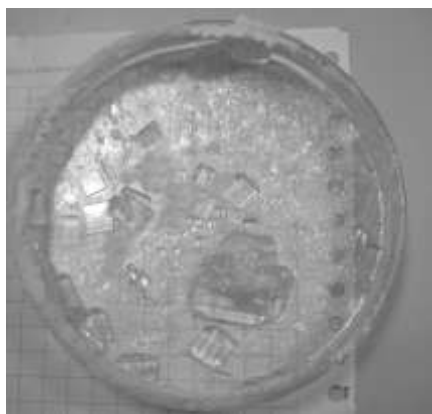


Рис. 3. Кристаллы миндальной кислоты, выращенные методом испарения растворителя

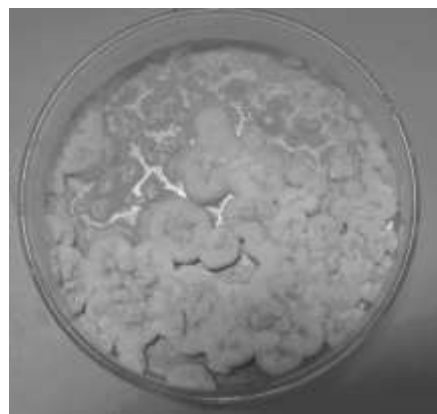


Рис. 4. Эквимолярное соотношение миндальной кислоты и этаноламина

При кристаллизации рацемата миндальной кислоты методом испарения растворителя, образуются прозрачные хорошо ограненные ромбические кристаллы, уплощенные по пинакоиду (рис.3). При добавлении даже не большого количества этаноламина (5 мол.%) наблюдается расщепление кристаллов с образованием сферолитов. При кристаллизации из раствора эквимольного соотношения миндальной кислоты и этаноламина, наблюдалось образование крупных объемных сферолитов, размер которых равен 1-2,5 см (рис.4).

Микрораспределительные измерения растворимости рацемата миндальной кислоты в воде указывают на существование «мертвой области» в системе. Это выражается в отсутствии заметного роста кристалла при переохлаждениях меньших $0,7-1^{\circ}\text{C}$ (рис. 5). Полученные данные хорошо согласуются с литературными данными по растворимости в системе [6].

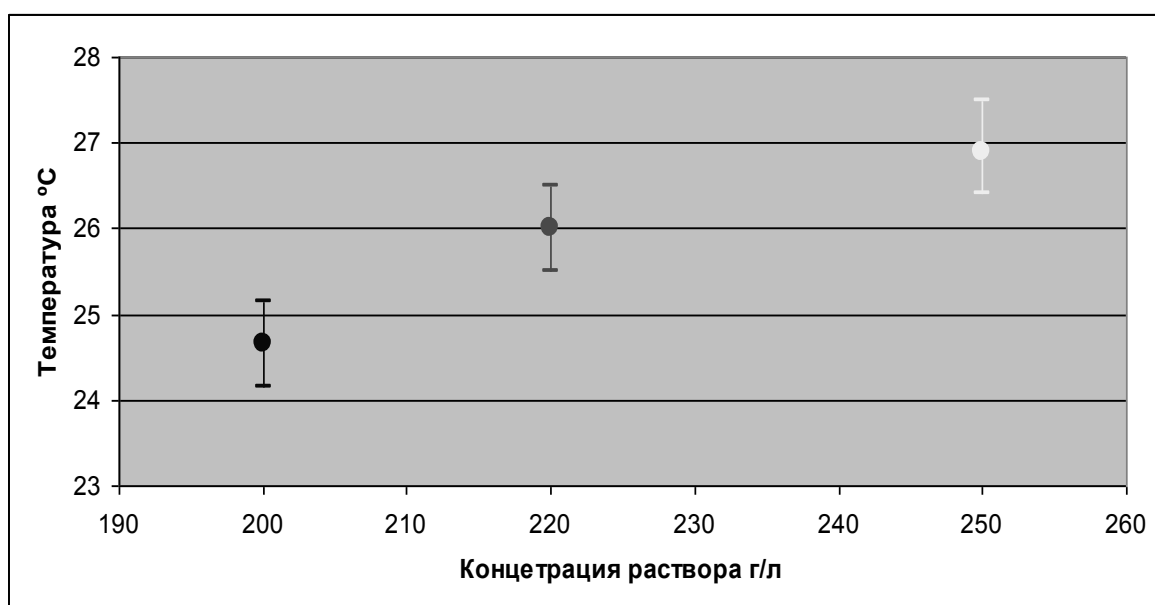


Рис. 5. Экспериментальные данные по растворимости рацемата миндальной кислоты

Рентгенографические исследования показали, что в системе кристаллизуется две фазы. Нецентросимметричная ромбическая группа — $P212121$ — подтверждает образование рацемического конгломерата этаноламиновой соли миндальной кислоты в результате кристаллизации эквимольного раствора рацемата миндальной кислоты и этаноламина. При кристаллизации из нестехиометрических растворов миндальной кислоты и этаноламина и собственно миндальной кислоты кристаллы принадлежат к пространственной группе $Pbca$, что соответствует одной из полиморфных форм миндальной кислоты.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 12-05-00876 –а и 10-02-01303-а.

Литература:

1. A.Fischer, V.M.Profir Acta Crystallogr., Sect.E:Struct.Rep.Online (2003), 59, p.1113
2. A.O.Patil, W.T.Pennington, I.C.Paul, D.Y.Curtin, C.E.Dykstra .Am.Chem.Soc. 1987
3. H. Lorenz., A. Seidel-Morgenstern contribution Thermochemica Acta, 2004. Vol.415. P.55-61

4. N. Wermester, E. Aubin, M. Pauchet, S. Coste, G. Coquerel Tetrahedron: Asymmetry, 2007. Vol. 18. P. 821-831
5. R.K.Mughal, A.L.Gillon, R.J.Davey , 2006
6. S. Mao, Y. Zhang, S. Rohani, A. Ray Journal of Crystal Growth 2010. 312 p.
7. Т.Г. Петров, Е.Б. Трейвус, Ю.О. Пунин, А.П. Касаткин Выращивание кристаллов из растворов // Л.: «Недра», 1983. 200 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ЭВОЛЮЦИОННОМ РАЗВИТИИ АНТАРКТИДЫ

*Любарский А.Н., ЛОИРО, г. Санкт-Петербург
Филиппова В.О., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Антарктиду, древнейший и высочайший материк, принято делить на Западную и Восточную, первая из которых, более молодая и расчлененная, отличается довольно значительными высотами. Некоторые хребты на ее территории, состоящие из отдельных блоков, возникли еще во время горообразования, сопряженного с распадом древнейшего суперконтинента. Другие блоки образовались при погружении литосферной плиты в юго-восточной части Тихого океана под Антарктический полуостров. Многие горные породы появились в результате вулканической деятельности, максимальной активность которой пришлось на период 180-110 млн. лет. Восточная Антарктида намного старше, но также образовалась под влиянием вулканической деятельности, хотя и раньше Западной. Слагающие ее породы в некоторых местах возникли более 4 млрд. лет назад (в частности, Земля Эндерби). Поверхность кристаллического фундамента этих пород, залегающего на сравнительно небольшой высоте над уровнем моря, отличается большой пологостью, а сам фундамент возник в ходе нескольких крупных этапов орогенеза. Его возникновение предположительно относится ко времени 2,5-2,8 млрд. лет. Около 1,1-1,4 млрд. лет в Восточной Антарктиде появились граниты, как результат внедрения и извержения расплавленной магмы.

Время формирования кристаллического фундамента совпало с началом осадконакопления в морских и континентальных условиях. Главная осадочная свита (группа Бикон) вобрала в себя разнообразные породы, слагающие склоны Трансантарктических гор. Многие из них содержат ископаемые остатки растений и животных, включая динозавров и земноводных, что свидетельствует о значительных отличиях природных условий того времени от современных условий. Удивительно, но южный полюс тогда находился на территории самой Антарктиды, т.е. почти не изменил своего местоположения. Крупным геологическим событием, завершившим формирование горных пород группы Бикон, явилась интрузия огромной массы серой горной породы долерита. Данная порода обнаружена не

только в Антарктиде, но и на территориях, расположенных сравнительно близко к ней. Вполне вероятно, что в прошлом они принадлежали к суперконтиненту. В конце триасового периода под влиянием мантийных процессов (скорее всего конвекции в мантии) суперконтинент стал разделяться.

Движение литосферных плит способствовало формированию современного лика Земли. До конца юрского периода, т.е. приблизительно 140 млн. лет назад образовалось Средиземное море, а от Австрало-Антарктической плиты отделилась Индийско-Австралийская плита. Вследствие расширения океана она стала быстро перемещаться на север. Между Африканской и Южно-Американской плитой возник разлом, положивший начало Атлантическому океану. Ко времени мелового периода (65 млн. лет назад) в результате активного расширения в обе стороны от его срединно-океанического хребта этот океан был окончательно сформирован. Примерно 65 млн. лет назад лик Земли принял в общих чертах современный вид: Южная Америка отошла от Антарктиды, сохранив, однако, следы бывшего соединения: островную и мелководную дугу Скоша, представляющую собой вытянутые навстречу друг к другу, словно бы только что разошедшиеся, но отклоняющиеся к месту разрыва Антарктический полуостров и мыс Горн. Индийско-Австралийская плита столкнулась с Евразийской плитой, образовав в месте столкновения горную страну – Гималаи. Австралия отошла в северные широты, оставив в одиночестве покрытый вечным льдом материк Антарктиду.

Современный ледниковый покров Антарктиды сформировался несколько миллионов лет назад, хотя время его формирования однозначно не определено. Точно известно только, что в доледниковый период Антарктида имела совсем другую природу. В тот период существовала растительность, подобная той, что произрастает во влажных лесах умеренного пояса Южного полушария (на Тасмании, в Новой Зеландии, на юге Африки). Одни считают, что оледенение наступило 86 млн. лет назад после отделения от Антарктиды Австралии и Новой Зеландия. В результате отделения Антарктида оказалась изолированной, и вокруг нее сформировалась океаническая циркуляция, способствовавшая похолоданию климата. Согласно другой точке зрения оледенение наступило в более близкий к нам период, 33 млн. лет назад. Леса и зелень покрылись толстым слоем льда, сформировался широчайший пролив Дрейка, и почти одновременно сильно расширился Тасманский пролив. Несмотря на различия в датировках, можно утверждать, что именно появление сквозного пути и позволило холодному течению окружить Антарктиду кольцом и вытеснить теплые воды в Атлантический океан.

В настоящее время Антарктида – ледяной континент, где сосредоточено примерно 90% мирового объема льдов. Средняя мощность льда на материке 2500-2800 м, а максимальная в некоторых районах Восточной Антарктиды – 4800 м. Наибольшая высота ледяной поверхности в Восточной Антарктиде – 4100 м над уровнем моря. Только 2% территории Антарк-

тиды, главным образом, в западной части материка и в Трансантарктических горах, свободны ото льда. Основную часть ледниковой поверхности составляют шельфовые ледники, получение кернов из которых позволяет составить достаточно полное представление о климатической истории в последние несколько миллионов лет. В этот период непродолжительные потепления сменялись длительными похолоданиями. За последние 3 миллиона лет было, по крайней мере, четыре периода масштабных оледенений. Некоторые специалисты указывают на возможно большее их количество.

Климат Антарктиды в последние 800 тыс. лет определялся изменениями орбиты Земли. Это создало довольно четкую ритмичность в чередовании теплых (межледниковья) и холодных (оледенения) периодов. Одно из межледниковий наблюдается в настоящее время. Идея о ритмичной смене похолоданий и потеплений впервые была высказана сербским исследователем Милутином Миланковичем около 100 лет назад. Под влиянием притяжения Солнца и других небесных тел Земля действительно меняет форму своей орбиты, которая с периодичностью 93 тыс. лет становится, то более эллипсовидной, то более круговой (меняется ее эксцентриситет). Кроме того, с периодичностью 26 тыс. лет меняется конус, описываемый земной осью (прецессия), а с периодичностью 41 тыс. лет угол наклона земной оси к плоскости ее орбиты. Комбинация этих изменений орбиты сказывается на количестве получаемого Землей тепла и на характере распределения его по поверхности планеты. Уменьшение инсоляции в высоких широтах приводит к очередному оледенению.

Гипотеза о влиянии параметров орбиты Земли на ее климат начала находить подтверждение в 1980-х годах в тот период, когда появились достоверные данные по палеотемпературам, полученные при анализе донных отложений из разных точек мирового океана. В основе анализа этих отложений рассмотрение содержания тяжелого изотопа кислорода в кальците, из которого состоят панцири планктонных фораминифер. При крупных оледенениях значительная часть воды, испарившейся из океана и выпавшая на суше над ледниками, обратно не возвращается, а молекулы такой воды, более тяжелые, чем обычные ее молекулы, накапливаются в океане. Эти колебания отражаются составом кальцита, образующего раковины фораминифер, а также моллюсков и плеченогих. Колонка донных отложений через изменение изотопного состава свидетельствует о происходивших оледенениях и потеплениях.

В Антарктиде на протяжении длительного времени проводится бурение ледникового щита. Керн льда, поднятый на поверхность на станции «Восток», имея общую протяженность 3600 м, охватил его слой, сформировавшийся за 420 тыс. лет. Изучение керна позволило выявить не только газовый состав пузырьков воздуха, сохранявшихся во льду на протяжении многих тысячелетий, но и проследить за изменениями температуры по содержанию во льду тяжелого изотопа водорода – дейтерия. В основе изо-

топного анализа лежит представление о том, что пары обычной «легкой» воды и «тяжелой», содержащей дейтерий, различаются температурой конденсации. Пары тяжелой воды конденсируются и выпадают при меньшем охлаждении, чем легкие, что и определяется составом льда. При потеплении дейтерия становится больше, а при похолодании меньше. Характерно, что изменение во времени дейтерия во льду Антарктиды согласуется с изменением содержания тяжелого изотопа кислорода в донных осадках, что подтверждает объективность полученных выводов.

Смена похолоданий и потеплений носит квазирегулярный характер, но темп их с течением времени меняется. Очевидно, что не последнюю роль в этом процессе играют ледники. Полагают, что изменения температуры, как в сторону понижения (при начале очередного оледенения), так и в сторону повышения (при наступлении очередного межледниковья) почти всегда предшествовали соответствующим изменениям в объеме континентальных льдов. В настоящее время из-за глобального потепления в Антарктиде ледники начинают подтаивать, но это таяние не грозит резким повышением уровня Мирового океана (в дальнейшем таяние может вообще прекратиться). Следовательно, с точки зрения человеческой жизни и развития цивилизации частота глобальных оледенений-потеплений достаточно низка, чтобы общественные инфраструктуры успевали подстраиваться под изменения климата.

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ В РАННЕПАЛЕОЗОЙСКОЕ ВРЕМЯ

Лёушкина И.В.

Научный руководитель Трифонов А.Н.

*Ленинградский государственный университет имени А.С.Пушкина,
г. Санкт-Петербург, г. Пушкин*

Теория литосферных плит впервые высказана Е. Быхановым (1877) и окончательно разработана немецким геофизиком А. Вегенером (1912). Согласно этой гипотезе до верхнего палеозоя земная кора была собрана в материк Пангею, окруженную водами океана Панталласа (частью этого океана было море Тетис). В мезозое начались расколы и дрейф (плавание) отдельных ее глыб (материков). Материки, сложенные относительно легким веществом, которое Вегенер называл «сиаль» (силициум-алюминий), «плавали» по поверхности вещества более тяжелого – «сима» (силициум-магний). Первой отделилась и сместилась к западу Южная Америка, затем отошла Африка, позднее Антарктида, Австралия и Северная Америка.

Слово «тектоника» в буквальном переводе с древнегреческого языка означает строение, строительство. В науках о Земле под этим термином обычно понимают геологическое строение и закономерности развития земной коры, а под литосферой – каменную (т.е. твердую и прочную) обо-

лочку Земли. В современном понимании литосфера включает в себя не только земную кору, но и часть верхней мантии, в которой мантийное вещество настолько остыло, что полностью раскристаллизовалось и превратилось в горную породу. Слово «плиты» в названии новой теории показывает, что литосферная оболочка Земли разбита на отдельные блоки, вертикальные размеры которых обычно много меньше горизонтальных.

В раннем палеозое механизм тектоники литосферных плит «работал» уже в полном объеме. Сформировались крупные межконтинентальные подвижные пояса и обширные пространства с корой океанского типа. Дальнейшая эволюция земной коры происходила на фоне сближения материковых глыб и закрытия океанских бассейнов, что привело к формированию горно-складчатых сооружений.

В кембрийский период (570-500 млн. лет назад) распределение суши по поверхности Земли было иным, нежели в настоящее время.

На месте Северной Америки и Гренландии существовал материк Лаврентия. Южнее Лаврентии простирался Бразильский материк. Африканский материк включал Африку, Мадагаскар и Аравию. Севернее него располагался Русский материк, раскинувшийся в пределах границ Русской платформы (дельта Дуная, Днестр, Висла, Норвежское море, Баренцево море, реки Печора, Уфа, Белая, север Каспийского моря, дельта Волги, север Чёрного моря). Центр платформы – город Владимир в междуречье Оки и Волги. На Русской платформе кембрийские отложения распространены почти повсеместно в её северной части, а также известны в западных частях современной Белоруссии и Украины.

К востоку от Русского материка располагался Сибирский материк – Ангарида, включающий Сибирскую платформу и прилегающие горные сооружения [1798]. На месте современного Китая был Китайский материк, на юге от него – Австралийский материк, охватывавший территорию современной Индии и Западной Австралии.

Индостанская (остров Мадагаскар, полуостров Индостан, южнее Гималаев), Африканская (без гор Атласа), Южно-Американская (к востоку от Анд), Антарктическая платформы, а также Аравия и Австралия (к западу от горных хребтов её восточной части) вошли в южный материк – Гондвану.

Лавразия отделялась от Гондваны морем (геосинклиналью) Тетис (Центральное Средиземноморье, Мезогей), проходившим в мезозойскую эру по зоне Альпийской складчатости: в Европе – Альпы, Пиренеи, Андалусские горы, Апеннины, Карпаты, Динарские горы, Стара-Планина, Крымские горы, горы Кавказа; в Северной Африке – северная часть Атласских гор; в Азии – Понтийские горы и Тавр, Туркмено-Хорасанские горы, Эльбрус и Загрос, Сулеймановы горы, Гималаи, складчатые цепи Бирмы, Индонезии, Камчатка, Японские и Филиппинские острова; в Северной Америке – складчатые хребты Тихоокеанского побережья Аляски и Калифорнии; в южной Америке – Анды; архипелаги, обрамляющие Австралию с востока, в том числе острова Новая Гвинея и Новая

Зеландия. Территория, охваченная альпийской складчатостью, сохраняет высокую тектоническую активность и в современную эпоху, что выражается в интенсивно расчленённом рельефе, высокой сейсмичности и продолжающейся во многих местах вулканической деятельности. Реликтом Пратетиса являются современные Средиземное, Чёрное и Каспийское моря.

Остров современной Евразии сращен из фрагментов нескольких древних материков. В центре – Русский континент. На северо-западе к нему примыкает восточная часть бывшей Лавренции, которая после кайнозойских опусканий в области Атлантического океана отделилась от Северной Америки и образовала Европейский выступ Евразии, расположенный западнее Русской платформы. На северо-востоке – Ангариды, которая в позднем палеозое была сочленена с Русским континентом складчатой структурой Урала. На юге – к Евразии причленились северо-восточные части распавшейся Гондваны (Аравийская и Индийская платформы).

Сейчас уже доказано, что все континенты земного шара на самых ранних периодах развития планеты, образовывали единый суперконтинент – Пангею, в последующем, расколовшуюся на отдельные платформы, которые стали отдаляться. Очевидно, что это отдаление происходит и сейчас, поскольку атлантический океан расширяется в зоне срединно-атлантического хребта. Это движение регистрируется на границах литосферных плит. Скорость движения при сегодняшнем положении вещей первые сантиметры в год и по существующей теории не сильно меняется с течением времени. Далее будет дана другая точка зрения относительно причин и скорости этих движений.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ПОВЕРХНОСТЕЙ ВЫРАВНИВАНИЯ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

Макарова А.Л.

Научный руководитель А.И. Жиров

*Ленинградский государственный университет имени А.С.Пушкина,
г. Санкт-Петербург, г. Пушкин*

На сегодняшний день на нашей планете Земля есть неизученные горы, хранящие в себе много тайн и представляющие собой гигантов, возвышающихся над плоскими равнинами и сложенных твердыми, стойкими к разрушению горными породами — это тепуи, столовые горы.

Из-за своего внешнего облика, они напоминают гигантские столы, расставленные сказочными великанами. Плоская поверхность и отвесные склоны, похожие на стол, географы называли их столовыми. В Южной Америке столовые горы называют – тепуями, это название им дали древние ин-

дейцы, которые поклонялись им. Именно поэтому за ними и закрепилось испанское название «мезасы», т.е. «столы», и местное индейское – «тепуи».

На внешний облик этих горных сооружений в значительной мере повлияли процессы выветривания, в разной степени активности проявляющиеся в различных климатических обстановках.

Выветривание представляет собой процесс изменения (разрушения) горных пород и минералов вследствие приспособления их к условиям земной поверхности. Оно состоит в изменении физических свойств минералов и горных пород, главным образом сводящегося к их механическому разрушению, разрыхлению и изменению химических свойств под воздействием воды, кислорода и углекислого газа атмосферы и жизнедеятельности организмов.

Факторами выветривания являются:

- нагревание пород и минералов солнечными лучами (инсоляция);
- кислород, углекислый газ и водяные пары атмосферы, жидкая вода, выпадающая на поверхность Земли и проникающая в ее верхние слои, и, наконец, органическое вещество и живые организмы.

Многие столовые горы образовались в результате деятельности воды и ветра, что, показывает проявление на поверхности гор карстовых воронок и различных фигур «высеченных» ветром. Горные породы, залегающие на поверхности или близ нее, подвергаются воздействию солнечных лучей, воды, воздуха, организмов. Из-за неравномерного нагревания порода растрескивается. Особенно способствует этому замерзание воды, попавшей в трещины. Вода – хороший растворитель для многих веществ, и в верхних слоях горных пород, особенно при высокой температуре, происходят, обычно с участием атмосферного воздуха, химические реакции окисления, замещения, реже – восстановления. Корни растений способствуют расширению щелей между частицами породы и проникновению туда воды и воздуха, а вещества, выделяемые животными и растениями, участвуют в химических реакциях.

Тепуи образуются при расчленении высокоприподнятой пластовой равнины или плато. Гора может иметь тектоническое происхождение, если она возникла вследствие деформации и поднятия горных пород земной коры; вулканическое, если она образовалась в результате накопления лавы, пепла и др. продуктов извержения вулкана (на вершине такой горы часто находится кратер); эрозионное или денудационное, если она является результатом деятельности процессов выветривания и денудации, которые с неравномерной в пространстве скоростью разрушают породы и снижают земную поверхность, приводя к возникновению больших перепадов высот.

К столовым горам относятся те горные массивы, у которых ведущим фактором формирования являются эрозионные процессы, активно развивающиеся в заключительную фазу горообразования. Для них характерны долины ящикообразного, а иногда и каньонообразного типа. Значительно чаще горы эрозионного происхождения наблюдаются в пределах среднегорий. Но это уже не самостоятельные горные системы, а части горных

хребтов, возникших в результате расчленения этих хребтов горными потоками и реками.

Столовые горы всех материков Земли считаются старейшими географическими формациями планеты, сохранившимися до наших дней. Их почтенный столовый возраст – от 200 миллионов до двух миллиардов лет.

Как правило, столовые горы или тепуи сложены из осадочных горных пород. Некоторые столовые горы сложены из единого блока докембрийского песчаника или кварцита, который резко взмывает над окружающими их джунглями до высот более 2000 м. Во многих тепуях имеются промытые водой пещеры.

Плоская поверхность столовых гор сложена обычно твердыми и устойчивыми к разрушению породами образующими бронирующий пласт. Представители данных гор есть на каждом материке нашей планеты (например: Тургайское плато и Устюрт в России, плато Карру в Южной Америки, гора Кейптаун в ЮАР, «Затерянный мир» гора Рорайма Южная Америка).

Тепуи используются как объект рекреации. Они привлекают своей красотой, загадочностью, таинственностью. Долгое время они оставались недоступными для исследователей и являлись объектом для многих легенд, мифов и фантастических предположений. Организуют парки, базы отдыха, прокладывают тропы, и многое другое.

Большинство столовых гор являются объектами природного наследия и находятся под охраной, и объектами наибольшего интереса у туристов. Они привлекают своей загадочностью для тех, кто хочет окунуться в неизведанное, красотой ландшафтов. Для некоторых столовые горы являются объектом экстремального туризма. Например, тепуи Рорайма, который находится на территории Южной Америки, национальный парк Канаима, и Ауянтепуи, где находится знаменитый водопад Анхель – самый высокий в мире.

О СОДЕРЖАНИИ МАРГАНЦА В СИСТЕМЕ «ВОДА – ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ» ЭВТРОФИРОВАННОГО ВОДОЁМА

Роговая О.Г., Худякова О.И., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Основными соединениями Mn в пресноводных отложениях являются его окислы и карбонаты. В донных отложениях (ДО) Mn находится в форме свободного гидроксида, который обладает фантастической сорбционной активностью – самой высокой среди природных сорбентов. Тем не менее, в результате разложения органического вещества в ДО, возможно смещение окислительно-восстановительных и кислотно-основных условий и, вследствие этого, переход миграционно-способных форм Mn из сорбированного состояния в раствор. Первичным источником Mn являются вулканические породы и обломочные ледниковые отложения. Соединения Mn накапливаются на дне водоёмов в твёрдой фазе ДО; в ходе трансформации

в анаэробных условиях отложений значительная часть соединений Mn становится легко подвижной, перераспределяется по профилю отложений и мигрирует со дна в придонную воду. Качество воды постепенно ухудшается, повышается риск вторичного загрязнения.

Переход потенциально токсичных веществ в системе «вода – ДО» служит важным механизмом регулирования их содержания в водной толще, влияющей на качество воды и на токсичность водной среды для гидробионтов (Томилина, Комов, 2002). К настоящему времени в России не существует единых нормативов содержания загрязняющих веществ в ДО, при том, что контроль загрязнения ДО при проведении государственного мониторинга водных объектов предусмотрен (Закон об охране окружающей среды, 2002. Закон о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов, 2004, Водный Кодекс, 2006).

Актуальность представленной работы обусловлена необходимостью разработки подходов к нормированию содержания загрязняющих веществ в ДО эвтрофированного водоёма и установлению рекомендаций по предупреждению кризисных ситуаций при экохимическом мониторинге.

Цель исследования – определение валового содержания Mn в ДО и сравнение их с фоновыми характеристиками.

Объект исследования – ДО р. Оредеж (п. Вырица, Лен. обл.), отобранные в период 2008-2011 гг. в различных точках водотока.

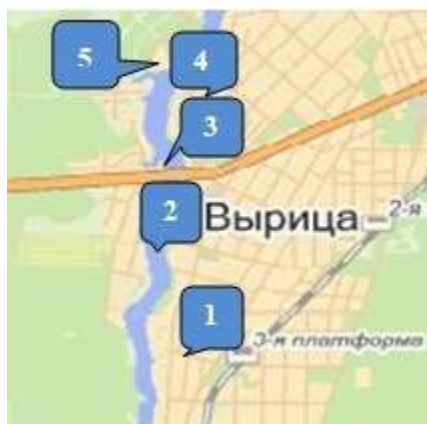


Рис. 1. Река Оредеж, Ленинградская область, пос. Вырица
Места отбора:

- 1 – на расстоянии 100 м вверх по течению от места начавшейся интенсивной коттеджной застройки поселка;
- 2 – в 50 м ниже места пересечения реки с автомобильной трассой;
- 3 – Старое русло реки, 100 м от места ниже по течению;
- 4 – Старое русло реки, 30 м от берега в центре водохранилища;
- 5 – в зарастающей протоке Мельничного ручья.

Валовое содержание марганца в образцах ДО определялось методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на приборе – рентгеновский сканирующий кристалл-дифракционный портативный вакуумный спектрометр Спектроскан – Макс GV.

Определение кислоторастворимых форм марганца проводилось методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА-4 после предварительного извлечения элемента из анализируемого объекта путём приготовления кислотной вытяжки [МУ 31-10/04 Методика выполнения измерений массовых концентраций сурьмы, висмута и марганца методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА].

Проанализированные данные научной литературы указывают на то, что существует несколько подходов при оценке уровня загрязненности ДО. Наиболее распространенный метод – сравнение полученных массовых концентраций тяжелых металлов со значением величин кларка и фоновых концентраций, официально установленными допустимыми уровнями (Turekian et al., 1961; Виноградов, 1967; Forstner, 1977; Петрухин, 1989; Перельман, 1989; Contaminants., 1996; Loska, 1997).

На основании кларка элемента рассчитывается величина, называемая коэффициентом концентрации (K_k) – отношение содержания того или иного элемента в осадке (А) к кларку этого элемента в данной системе (К): $K_k = A/K$ [Методические проблемы экологической безопасности. – СПб: ВВМ, 2008. – С. 145-150].

В таблице 1 представлены данные о валовом содержании Mn в ДО и расчёты коэффициента концентрации проб ДО за период 2008-2011 гг.

Кларк Mn в земной коре по А.П.Виноградову (1967) и осадочных породах континентов (Алексеев, 2000) находится в пределах от 50 (песчаники) до 1500 (карбонаты) мг Mn/кг.

Таблица 1.

Соотношение валового содержания марганца в ДО Вырицкого водохранилища и коэффициента концентрации

Время отбора	№ пробы	Mn, мг/кг	Коэффициент концентрации	Время отбора	№ пробы	Mn, мг/кг	Коэффициент концентрации
Август 2008	1	810	16.2	Июль 2010	1	650	13.0
	3	760	15.2		3	620	12.4
	4	1790	35.8		4	620	12.4
	5	1640	32.8		5	240	4.8
Июль 2009	1	790	15.8	Сентябрь 2011	1	760	15.2
	3	470	9.4		2	600	12.0
	4	700	14.0		3	940	18.8
	5	1020	20.4		4	460	9.2
				5	360	7.2	

Коэффициент концентрации Mn для большинства исследованных точек находится в пределах 15.75÷18.3, что характеризует местный геохимический фон ДО как повышенный, при том, что среднее содержание Mn в почвах Лен. области составляет от 117 до 388 мг/кг [Методические проблемы экологической безопасности. – СПб: ВВМ, 2008. – С. 145-150].

Химическая и биологическая активность марганца, а также степень токсичности его соединений определяются не столько валовыми концентрациями, сколько физико-химическим состоянием и формами его нахождения в системе «вода-ДО», определяемыми в водоёме.

Понижение концентрации ионов марганца в природных водах происходит в результате окисления Mn (II) до MnO₂ и других высоковалентных оксидов, выпадающих в осадок. Основные параметры, определяющие реакцию окисления, – концентрация растворенного кислорода, величина рН и температура.

Главная форма миграции соединений Mn в поверхностных водах - взвеси, коллоидные гидроксиды тяжелых металлов и сорбированные соединения Mn. Существенное значение в миграции Mn в растворенной и коллоидной формах имеют органические вещества и процессы комплексообразования Mn с неорганическими и органическими лигандами. Mn (III) в повышенных концентрациях может находиться в растворенном состоянии только в присутствии сильных комплексообразователей, Mn (VII) в природных водах не встречается.

Для ДО пробы № 2 определена концентрация кислоторастворимых форм Mn в вытяжке, которая составила 0.044 мг Mn/л. В результате пересчёта концентрации на навеску ДО содержание подвижных форм Mn в ДО составило 0.09 г Mn/кг, что является незначительным даже при повышенном фоне.

Продолжение исследования биодоступных форм Mn может помочь при разработке нормативов для донных отложений.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена.

Литература:

1. Исследование вторичного загрязнения эвтрофированных водоёмов при изменении состояния донных отложений. VIII Международный молодёжный экологический форум стран Балтийского региона «Экобалтика'2011». The secondary pollution of water eutrophic reservoir and the state of sediment. Khudyakova O.I., Rogovaya O.G., p. 125-129.
2. Мартынова М.В. (2011) Марганец в придонной воде и донных отложениях Можайского водохранилища. 1. Сезонные колебания в илах. Экологическая химия. 20. № 1. – С.17-27.
3. Экотоксикологическая оценка донных отложений загрязняемых водных объектов: диссертация, кандидат биологических наук Медякина Мария Владимировна: 03.00.18.
4. МУ 31-10/04 Методика выполнения измерений массовых концентраций сурьмы, висмута и марганца методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА.
5. Методические проблемы экологической безопасности. – СПб: ВВМ, 2008. – С. 145-150.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ РУСЕЛ КАРСТОВЫХ РЕК С ПОДВОДНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ОТСУТСТВИИ И НЕДОСТАТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Антроповский В.И., Гребенников Г.Г.
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Среди методов исследования динамики русел и пойм рек основными являются натурные исследования, результаты которых, в той или иной мере находят применение при использовании всех других методов. Для выбора мест переходов (трубопроводов, мостов, кабелей связи и т.д.) прежде всего, должны использоваться карты типов речных русел и карты распространения закарстованных пород и карстовых явлений (схемы районирования карста). Карты позволяют судить об основных особенностях русловых и пойменных деформаций. Они же служат исходным материалом и при детальном расчете и прогнозах русловых переформирований. Карты полезны при перспективном планировании, т.к. знания только типа русловых процессов часто достаточно для решения инженерных задач. К настоящему времени составлены «карты типов речных русел на участках подводных переходов магистральных нефтепроводов» производственных объединений (акционерных обществ): Верхневолжские, Северо-Западные, Приволжские магистральные нефтепроводы [1]. При их составлении были использованы топографические карты масштаба 1:100000, хотя отдельные участки рек (особенно малых) анализировались и с привлечением карт масштаба 1:50000, 1:25000 и даже 1:10000. Трассы нефтепроводов на них показаны исходя из «Схем технического обслуживания линейной части магистральных нефтепроводов». Скорость (интенсивность) плановых деформаций русла определяется на основе сопоставления (совмещения) предварительно приведенных к одному масштабу карт и планов разных лет съемки. Совмещение карт производится по координатной сетке (если она имеется), а также по идентичным реперам и другим местным ориентирам. При полном отсутствии надежных ориентиров можно допустить совмещение съемок по принципу наилучшего совпадения. При отсутствии разновременных съемок величины интенсивности (скорости) плановых деформаций могут быть установлены по участкам рек-аналогов.

Прогноз возможных переформирований русел рек в плане базируется на установлении типа речных русел и соответствующей ему схеме русловых деформаций. Указанные схемы, свойственные разным типам речных русел, рассмотрены во многих работах [1, 2]. Знание этих схем позволяет прогно-

зировать русловые деформации на расчетный период эксплуатации переходов на конкретном участке реки. Для рек, находящихся в естественном состоянии, прогноз составляется традиционным методом тенденций, а для рек с измененным (инженерными сооружениями и крупными водохозяйственными мероприятиями) режимом стока воды и наносов – теоретическими методами или методами лабораторного моделирования.

Лабораторное моделирование может быть использовано при исследовании явлений редкой повторяемости, которые не охвачены наблюдениями. Однако оно связано со значительными материальными затратами. Теоретические методы подразделяются на гидравлические (гидродинамические) и гидролого-морфологические. Гидравлические методы основаны на использовании системы уравнений динамики русловых потоков и формул для определения гидравлических сопротивлений и расхода наносов, справедливых для равномерного движения.

Гидролого-морфологические методы являются менее точными, но более общими. В этих методах используются морфометрические и гидроморфологические зависимости, различного рода аналогии и упрощенный балансовый метод. Наиболее эффективными при отсутствии специальных наблюдений и многоразовых аэрофото- и топосъемок представляется использование для указанных целей метода гидроморфологических зависимостей (метода корреляционных связей).

При рассмотрении плановых деформаций на участках рек с переходами, основное внимание должно быть направлено на выяснение характера и скорости перемещения русел в пределах речных долин. Согласно существующим рекомендациям при проектировании переходов магистральных трубопроводов через реки (1967-1985) их следует располагать на прямолинейных слабоизвилистых участках рек с минимальной шириной поймы. Широкие поймы следует пересекать на участках с минимальным числом стариц, озер и болот. Створы переходов следует назначать с учетом типов речных русел, например, при незавершенном меандрировании с развивающимся спрямляющим потоком – на относительно устойчивых однорукавных участках реки (между узлами разветвления).

Для определения интенсивности плановых деформаций при отсутствии данных наблюдений может быть использована региональная зависимость, в которой определяющими факторами являются среднегодовой расход воды Q ($\text{м}^3/\text{с}$), уклон J , Средний диаметр наносов d (мм) и высота подмываемого берега над меженным (проектным) уровнем воды ΔH (м) – (предложение К.М. Берковича и Б.Н. Власова, 1981г.):

$$C = Q^2 \times J / d \times \Delta H.$$

При этом основная трудность заключается в установлении эмпирического коэффициента K . как выяснилось [3], он может быть определен по эмпирической редуцированной формуле:

$$K = A \times (Q + C_0)^n.$$

Здесь A , C_0 и n – эмпирические параметры. Параметр C_0 отражает уменьшение редукции в зоне малых расходов воды при постоянном n .

При построении на двуосной логарифмической клетчатке графика с отложением по оси абсцисс значений $(Q+C_0)$, а по оси ординат – значений K , получаем зависимость трансформирующуюся в прямую линию и при малых расходах воды, что позволяет повысить точность определения K . В случае принятия $C_0=10$, рассматриваемая зависимость может быть представлена аналитически в следующем виде:

$$K=0,80 \times (Q+10)^{-1,20} = 0,80 / (Q+10)^{1,20}$$

Данная эмпирическая региональная формула получена по данным рек Высокого Заволжья и может применяться для определения K и интенсивности плановых деформаций C неизученных рек с проявлениями карста этого района.

Другой способ оценки интенсивности плановых деформаций неизученных рек основан на использовании отношения этой интенсивности к ширине реки: C/B , в % (предложение И.В. Попова, 1978 г.). Этот способ основан на факте, что ширина реки в бровках меженного русла B характеризует ширину полосы подвижных скоплений аллювия в русле. Однако значения указанного отношения, согласно данным по карстовым рекам Высокого Заволжья колеблются в довольно больших пределах (от 0,9 до 5,5) поэтому была предпринята попытка получения его зависимости от определяющих факторов [3]. Наиболее тесной оказалась зависимость C/B от высоты пойменных берегов русла над меженным уровнем воды ΔH , которая может быть представлена эмпирической региональной формулой:

$$C/B=1,70\Delta H-1,70$$

Формула справедлива при $\Delta H > 1,0$ м. Она казалась бы, противоречит факту, что с увеличением высоты берегов плановые перемещения русла замедляются. Однако не следует забывать, что на свободно меандрирующих реках с увеличением их размеров, как правило, возрастают все характеристики, входящие в формулу (B , C и ΔH), а интенсивность деформаций здесь представлена в относительном виде (C/B).

Оценка глубинных (высотных) деформаций не менее важна оценки плановых деформаций. Изменение высотного положения дна русла и скорости сползания мезоформ (ленточных гряд, побочней, осередков) устанавливаются на основе разновременных и приведенных к одному масштабу продольных и поперечных профилей, снятых с разновременных съемок и полученных специально эхолотированием. В процессе анализа глубинных деформаций устанавливаются амплитуды колебания отметок дна, поперечные профили возможного размыва русла на расчетный период эксплуатации подводных переходов трубопроводов (25 лет) и ориентировочный ход изменения отметок дна в створах переходов во времени. Переходы рекомендуется располагать в зоне наименьшего влияния сооружений. Так, в

нижних бьефах гидроузлов предполагается размещать переход за пределами зоны активного однонаправленного размыва.

Для оценки высотных (глубинных) деформаций рек с отсутствием данных может быть использовано отношение амплитуды колебания высотных отметок дна к среднегодовой амплитуде колебания уровня воды: $\Delta h/h_{\text{макс}}$. Сведения о связи высотных отметок дна с колебаниями уровня воды, содержатся во многих работах русловиков (в частности в работе И.А. Левашовой и А.А. Левашова, 1992г.). Амплитуда колебания уровня воды (сведения о которой приводятся в гидрологических ежегодниках и в монографиях по ресурсам поверхностных вод на малых реках Поволжья, обычно составляет 5-7 м; на средних и больших реках (на Каме, Белой, Уфе) – 5-10м, а в сужениях долин достигает 15 м. Амплитуда колебания высотных отметок дна (данные о которой получены в результате совмещения продольных и поперечных профилей) на малых и средних реках изменяется от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. В результате отношения $\Delta h/h_{\text{макс}}$ изменяется довольно значительно и была предпринята попытка получения зависимости указанного отношения от определяющих факторов. Наиболее тесной оказалась зависимость $\Delta h/h_{\text{макс}}$ от числа Лохтина, характеризующего устойчивость русел. В итоге для определения глубинных деформаций рассматриваемых рек может быть использована следующая эмпирическая региональная формула:

$$\Delta h/h_{\text{макс}}=0,08L+0,30.$$

Число Лохтина равно отношению среднего диаметра частиц донных отложений (мм) к уклону реки (‰):

$$L=d/J.$$

Приведенные здесь зависимости для определения интенсивности деформаций русел справедливы для неизученных карстовых рек Высокого Заволжья.

В дальнейшем они могут быть уточнены посредством использования данных по аналогичным участкам рек других районов.

Глубина заложения трубопровода при переходе через реку должна быть больше максимальной глубины плеса выше перехода. При наличии крупномасштабных топографических карт для установления глубины предельно размыва на участках относительно прямолинейных русел (часто с ленточными грядами и побочнями) следует совместить на одном чертеже профили двух-трех макроформ русла, располагающихся выше створа перехода, по осевой (средней) линии русла.

На участках врезанных извилистых русел с пологими излучинами, с ограниченным меандрированием и начальной стадией свободного меандрирования поперечники, охватывающие русло и пойму, совмещают по средней линии пояса меандрирования.

При отсутствии разновременных съемок и продольных профилей величины (скорости) плановых и высотных деформаций, могут быть установлены по участкам рек-аналогов.

Испытывая неудовлетворительность существующими методами определения величин деформаций, предприняты попытки применения вероятностных методов, особенно в условиях нарушенного режима стока воды и наносов [2]. Применение вероятностных методов, как известно, позволяет оценить степень риска принимаемых проектных решений в отношении учета русловых деформаций.

Значения плановых и высотных (характеризуемых изменением глубин по фарватеру) деформаций рек, могут устанавливаться по эмпирическим кривым обеспеченности (вероятности превышения) этих величин в пределах морфологически однородных участков рек. Полученные таким образом обеспеченности интенсивности плановых деформаций и максимальные глубины (глубины по фарватеру) за прошедший период, распространяются и на будущее.

При отсутствии разновременных съемок и профилей обеспеченные значения этих характеристик, как уже отмечалось, могут быть получены по участкам рек-аналогов.

Для определения обеспеченных значений рассматриваемых характеристик в пределах морфологически однородных участков рек в проектных условиях (рек с нарушенным режимом стока) рекомендуется применять теоретические кривые обеспеченности (например, кривые распределения Пирсона III типа). Требующиеся для этого средние многолетние значения («норма») характеристик могут быть установлены по существующим гидроморфологическим зависимостям. При получении региональных зависимостей, или уточнении существующих, целесообразно использовать равнообеспеченные значения связываемых характеристик в относительном виде.

Коэффициенты вариации интенсивности плановых деформаций могут определяться по региональным связям (или эмпирическим региональным формулам) с коэффициентами зарегулированности стока, а коэффициенты вариации глубин по аналогичным связям (формулам) со средними значениями глубин на участках или с коэффициентами вариации ширины русла.

Коэффициенты асимметрии интенсивности плановых деформаций и глубин по фарватеру хорошо коррелируются с коэффициентами вариации одноименных характеристик.

Для предотвращения опасных последствий влияния карстовых процессов на состояние магистральных трубопроводов, пересекающих долины карстовых рек, необходимы организация наблюдений за состоянием и развитием карстовых форм (провалов, воронок и т.п.) и своевременное проведение защитных мероприятий.

Работа выполнена в рамках программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Антроповский В.И. Карстовые проявления в руслах и поймах рек, их учет и методика изучения. Учебное пособие.- СПб.: изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. 111с.
2. Антроповский В.И. Гидролого-морфологические закономерности и фоновые прогнозы переформирования русел рек.- СПб. 2006.- 216с.
3. Антроповский В.И. Морфология и деформации русел рек с проявлениями карстово-суффозионных процессов. Учебное пособие.- СПб: изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2008. 117с.

ОЦЕНКА УЩЕРБА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ДРУГИХ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЮ РЕЧНОЙ БОКОВОЙ ЭРОЗИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

Богдан Е.А., Яруллина И.Н.

Научно-исследовательский институт Безопасности Жизнедеятельности Республики Башкортостан, г. Уфа

В работе указана необходимость районирования территории речной боковой эрозии на региональном уровне, что позволит оценить уязвимость территорий в пределах береговых деформаций и дать количественную оценку ущерба приусадебных участков, огородов сельхозугодий. Полученные результаты дают возможность понимания уровня негативных экосистемных и хозяйственно-экономических последствий вызванных деформациями береговых линии, а также прогнозировать степень негативных изменений в будущем.

На территории Республики Башкортостан в той или иной степени развиты разнообразные экзогенные геологические процессы и связанные с ними явления. Наши исследования показали, что наибольшее воздействие на населенные пункты оказывает речная эрозия, процессы стока воды и наносов. Эти процессы сопровождаются деформациями русла реки и обуславливают их. Наиболее ярко эрозионно-аккумулятивная деятельность потоков проявляется в изменении планового положения русел равнинных рек, в их береговых деформациях.

Республика Башкортостан подвержена негативному влиянию речных горизонтальных деформаций. Размывы берегов рек Белая, Дема, Большая Сурень, База, Ик достигают 0,1-3,0 м в год, что ежегодно приводит к сокращению приусадебных участков, инженерно-хозяйственных объектов и коммуникации.

Целью исследований является выявление факторов, способствующих речной боковой эрозии и подсчет ущерба на некоторых опасных участках исследований. Для достижения поставленной в работе цели решались следующие задачи:

- 1) изучение, обобщение и анализ фондовых и архивных материалов по

оценке русловых процессов на реках различной категории;

2) выявление основных природных и техногенных факторов, определяющих динамику разрушения берегов рек исследуемой территории;

3) проведение экономического анализа негативного воздействия речной (боковой) эрозии в створе наблюдений

При выполнении работы использовались исходные данные, полученные в ходе работы в научно-исследовательском институте Безопасности Жизнедеятельности, а также фондовые материалы Министерство экологии и природопользования Республики Башкортостан.

Научные основы гидроморфологической теории, широко применяющейся, в настоящее время для исследования эрозионных и русловых процессов были заложены в 1950-1960-е гг. трудами отечественных учёных Н.Е. Кондратьева, И.В. Попова (Государственный гидрологический институт), Н.И. Маккавеева, Р.С. Чалова (Московский государственный университет) и др. [1]. Целенаправленное и комплексное изучение начато в 1980г., когда ОАО «Башкиргеология», в соответствии с методическими рекомендациями ВСЕГИНГЕО, приступило к проведению специального инженерно-геологического обследования. Обследованию предшествовало составление программы изучения ЭГП в Республике Башкортостан и районирования территории по условиям их развития масштаба 1:500000. В 1983-1985 гг. обследованием была охвачена юго-западная, в 1986-1989 гг. – северная и в 1990-1993 гг. восточная части Башкортостана. В этих работах приводятся сведения о величинах размыва берегов и разрушениях населённых пунктов, рекогносцировочные прогнозы берегопереработки, анализируются факторы руслового процесса.

По результатам дешифрирования аэрофотоснимков выявлены все участки подмыва и разрушения берегов по всем рекам Башкортостана, которые отражены на картах масштаба 1:200000 [3,4]. В ходе обследования определены скорости размыва берегов, установлены главные факторы, влияющие на интенсивность распространения и активность развития речной эрозии. Определены все населенные пункты Республики Башкортостан, подверженные, или которые могут быть подвержены в будущем, воздействию боковой эрозии рек.

Развитию речной боковой эрозии способствует целый ряд факторов – климатические условия, геологическое строение местности, особенности рельефа, растительность, антропогенная деятельность.

Основная часть рассматриваемой территории относится к Прибельской равнине, Бугульминско-Белебеевской возвышенности, Общему Сырту, Предгорью западного склона Урала, Низкогорью западного склона Урала и Южно-Уральскому плоскогорью. В ее пределах на дневную поверхность выходят разнообразные комплексы осадочных, вулканогенных, вулканогенно-осадочных интрузивных и метаморфических пород продолжительного временного интервала (ранний рифей – голоцен) [2].

Климат территории Башкортостана определяется характером взаимодействия радиационных и атмосферно-циркуляционных процессов с земной поверхностью. Северная часть республики характеризуется влажным, а южная – недостаточно влажным типом климатических условий. Климат континентальный со значительными различиями между Предуральем, Южным Уралом и Зауральем, обусловленными расчлененностью рельефа и значительной протяженностью территории. Среднегодовая температура воздуха от $0,4^{\circ}\text{C}$ в центре Урала до $2,8^{\circ}\text{C}$ на западе и юго-востоке. Наиболее холодным месяцем является январь (минус $11,6$ – минус 17°C). Период со среднесуточной температурой воздуха выше 0°C составляет 6-7 месяцев. Наибольшее количество осадков 700-900 мм выпадает в горной части. Наименьшее – на юго-востоке 300-400 мм (среднее минимальное 328 мм), на остальной территории – 400-600 мм. Гидрографическая сеть относится к бассейнам Волги, Урала и Оби. Установлено, что одним из ведущих факторов, определяющих интенсивность проявления боковой эрозии территории, является рельеф. Важной особенностью интенсивности развития речной боковой эрозии является ее обратная зависимость от уклонов русел рек. При уменьшении уклонов русел интенсивность подмыва и разрушения берегов рек увеличивается. Обратная зависимость интенсивности развития боковой эрозии от уклонов русел рек наблюдается и в равнинных частях рассматриваемой территории. Очень редко подвержены подмыву и разрушению берега верховьев рек и ручьев, характеризующиеся наибольшими уклонами русел [1].

В пределах изучаемой территории Смирновым А.И., 2005 [6], выделены два генетических типа рельефа: структурно-денудационный, эрозионно-аккумулятивный.

Для структурно-денудационного рельефа характерно соответствие его общей геологической структуре и большей части мелких структур. К структурно-денудационному рельефу примыкают участки, расположенные в западной части республики.

Эрозионно-аккумулятивный рельеф обусловлен действием эрозии в совокупности с аккумуляцией, приводящий к общему снижению местности, расчлененной на одних участках и выровненный за счет аккумуляции на других. Район эрозионно-аккумулятивного рельефа занимает центральную часть Прибельской холмисто-увалистой равнины [6].

В работах некоторых авторов [3], влияние антропогенного воздействия связана с дноуглубление, добыча песчано-гравийного материала, строительство мостовых переходов и водохранилищ, степень распаханности водосбора и вырубка леса.

Разрушение берегов, вызванное речной (береговой) эрозией приводит к хозяйственным и экосистемным потерям. Хозяйственные потери с одной стороны, выражаются в сокращение приусадебных участков, огородов, сельхозугодий, а с другой в затратах, необходимых для укрепления берегов, средние значения которых в зависимости от технологий составляют

примерно в некоторых участках 13 млн. рублей [7].

Первый вид ущерба хозяйственной деятельности будет выражаться в кадастровой стоимости земли, значение которой представлены в таблице 1. Суммы ущерба, по данным участкам достигают от 628,9 тыс. рублей до 1468,9 тыс. рублей.

Таблица 1.

Ущерб, рассчитанный на основании кадастровой стоимости земли
(по данным ФГБУ «Федеральная государственная палата Росреестра» [8])

Участок	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб/м ²	Площадь, м ²	Сумма ущерба, тыс. руб.
Киешки	6,02	244006,9	1468,9
Нижегородка	39,49	5730,4	226,3
Бирск	228,75	15924,6	628,9

Экосистемный ущерб будет выражаться в уничтожении важной среды – почвы, и в истреблении почвенных беспозвоночных. Сумма ущерба рассчитывается по утвержденным методикам [5], однако его реальное значение будет соответствовать произведению доли антропогенного фактора в речной (боковой) эрозии на полученную в расчетах сумму ущерба.

Таким образом, на данный момент получена величина потерь, рассчитанных на основании кадастровой стоимости земли, однако реальное значение ущерба значительно выше, и дополнительно включает в себя экосистемные потери и затраты на укрепление берегов.

Основная задача изучения боковой эрозии рек – обеспечение оперативной и точной информацией о ежегодном размыве берегов у населенных пунктов и важных инженерно-хозяйственных объектов Республики Башкортостан.

Исследование интенсивности прошлых исследований речной (боковой) эрозии рек (путем совмещения фондовых, литературных материалов разных лет) является основой для прогнозирования будущего положения размываемого берега.

Литература:

1. Аввакумова Р.Р. Отчет по научно-исследовательской работе по теме «Мониторинг состояния берегов, изменений морфометрических особенностей водных объектов на территории Республики Башкортостан». – Уфа, 2009-2011 гг. – 254 с.
2. Атлас Республики Башкортостан. Правительство Республики Башкортостан. – Уфа: Правительство Республики Башкортостан, Башкирское издательство «Китап», 2005.
3. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. – М.:Изд-во МГУ, 1986. – 263 с.
4. Меньшиков В.Г. Оценка минерально-сырьевого потенциала общераспространенных полезных ископаемых Республики Башкортостан. – Уфа, 2008.
5. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды. Приказ № 238. Министерство природных ресурсов и экологии РФ. 8 июля 2010 года.

6. Смирнов А.И., Ткачев В.Ф. Отчет об изучении экзогенных геологических процессов в юго-западной части Башкирской АССР и на Уфимском косогоре в 1982-85 гг. – Уфа, 1986. – 161 с.
7. <http://zakupki.gov.ru>
8. <http://zkprb.ru>

WATER, SOIL AND SEDIMENT AFFECTED BY THE KONGJUJEIL MINE DRAINAGE

Seokwon Choi⁴, Chan Hee Lee¹, Kyoung-Sik Won², Geun Byeong Lee³

¹*Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University,
Kongju 314-701, Republic of Korea*

²*Geotech Consultant Co., Ltd., Keumjung Bldg. 701, Keumjung-dong 723-2, Kunpo-si,
Kyunggi-Do, 435-050, Republic of Korea*

³*Yooshin Engineering Corporation Co., Ltd., Yoksam-dong 832-40, Kangnam-Ku, Seoul 135-
936, Republic of Korea*

⁴*Department of Geoenvironmental Sciences, Kongju National University,
Kongju 314-701, Republic of Korea*

Introduction

In southern Korea, poly-metallic mines producing W, Mo, Fe, Sn, Cu, Fe, Pb, Zn and Au-Ag ores are distributed over most of the country, and have been actively developed until the early 1970s. Metal production has declined and most of the mines have closed and/or abandoned because of economic problems. Upon closing the mines, improperly disposed mineral waste piles and untreated mine drainage have become important sources of heavy metals in the environment. Recently, environmental surveys of soil, sediment and various kind of waters in the mining district have been undertaken.

The Kongjujeil mine in the vicinity of the Geum River and Kongju City depend on river water as its main resource of drinking, domestic, agricultural and industrial water. In the upper part of the Geum River, about 120 metal and coal mines once operated. At present only a few mines remain in operation. The creeks near the mines have been exposed to potentially severe pollution from abandoned mine drainage. The present studies provide the geochemistry and heavy metal contamination at the Kongjujeil mine creek and the physicochemical properties of soil, sediment and water along the drainage. The study is provided toward a possible restoration system for this type of environmental impact.

General Geology and Mineralization

In southern Korea, lithostratigraphically four main sedimentary units are recognized in the district: the Imjingang belt, Ogcheon belt, Taebaeksan zone and Gyeongsang basin. These units unconformably overlie Precambrian gneiss complexes of the Gyeonggi and Yeongnam massifs which form the basement of the southern Korean Peninsula. The Kongju district is within the southwestern Gyeonggi massif, which is mainly composed of Precambrian metamorphic rocks. Rocks in the Kongjujeil mine area, from oldest to youngest units, is

composed to the Precambrian gneiss complex, Jurassic granite, Cretaceous granite and dyke rocks.

The gneiss complex underlies most of the mine area, and consists of migmatitic gneiss, granitic gneiss, leucocratic gneiss and mica schist. The biotite and garnet-bearing granitic gneiss is locally migmatized and injected with remobilized granitic materials. Mica schist occurs as small intercalations generally parallel to the foliation of surrounding gneiss. The Jurassic granite intrudes on the rocks as described above in the mine area. It typically has medium-grained and porphyritic textures, but its margins are fine-grained and is more biotite rich. Rock-forming minerals are mainly constituents of quartz, feldspar, biotite, amphibole and some opaque minerals.

The Kongjujeil mine was first developed in the 1910s and processed about 100 tons of ores daily from the 1940s. The mine had a managed dressing plant, several cross adit, drift, shaft, ore dump and tailing ponds on site without bottom linings during its 30 years of operation. The mines have remained in sporadic operation until the later 1980s. After closing, the mining company left the tailings and waste dump, and still more, filled up a nearby small valley with mining waste piles. They have been dispersed around the nearby farmland and paddy field in the air as dust particles, along the stream with surface run-off and possibly through the groundwater carried by infiltrating water.

Mineralized veins of the mine consist of a single generation of white quartz and carbonates with some sulfide minerals. The quartz veins exhibit several textural varieties such as white massive, pegmatitic and brecciation. White calcite veins with rare ore minerals fill irregular fractures in the quartz veins. They contain pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, sphalerite and galena as major ore minerals, and have some electrum, arsenopyrite and marcasite preferentially developed in sulfide-rich zones. Other gangues are calcite and host rock alteration minerals.

Sampling and Analysis

Twenty four water samples were collected at 14 locations between August and December in 1998. Physical properties of water samples, such as pH, redox potential (Eh; mV), temperature (T; °C) and electrical conductivity (EC; $\mu\text{S}/\text{cm}$), were measured in situ with potable devices (HANNA Instruments, HI-8314 and HI-8633), which were corrected by standard solutions. Water samples for chemical analyses were filtered through a 0.45 μm pore-size cellulose nitrate membrane filter using a hand vacuum pump.

Alkalinity of the water was measured in situ using a standard titration method immediately after sampling. Samples for cation analyses were acidified to $\text{pH} < 2.0$ by adding a few drops of 50% ultra-pure HNO_3 . Each collected water sample was transferred to the laboratories in high density 500 ml polypropylene bottles, and tightly sealed with a double cap and then stored in a refrigerator until analyses.

Concentrations of major cations were measured by the inductively coupled plasma atomic emission spectrometer (ICP-AES; Optima 3000), and minor cations

using mass spectrometer (ICP-MS; Elan 6000). Anions were measured using the ion chromatography (IC; Dionex 120). The $\delta^{18}\text{O}$ and δD values of waters were analyzed by the gas/isotope ratio mass spectrometry (Finnigan MAT 252). These values, relative to the SMOW standard, were determined through the conventional CO_2 equilibration method at room temperature and reduction with metal Zn at 450°C , respectively. Relative errors of analysis are 0.1 ‰ for ^{18}O and 1.0 ‰ for D.

Sampling of soil, sediment, precipitate and rock was carried out at 17 localities. Rock samples were taken from host outcrop of the mine, and crushed to -10 mesh in a jaw crusher, quartered, pulverized in an agate mortar to -200 mesh, rehomogenized and repacked in sealed plastic bags. Surface soil and stream sediment samples about 0 to 15 cm deep were taken from transect lines which crossed the sample locations. The precipitate samples were collected with a plastic scoop at three different locations along the acid mine drainage.

All samples were disaggregated, sieved to -10 mesh, quartered and pulverized into -100 mesh. These samples were analysed by ICP-AES, ICP-MS and/or instrumental neutron activation analyses (INAA). In addition to the chemical analyses, the mineral identification and characterization were investigated by X-ray diffractometer (XRD) with Ni-filtered $\text{CuK}\alpha$ radiation at 30 kV and 25 mA.

Results and Discussions

Primarily water samples can be distinctly divided into three main groups based on pH, Eh and EC conditions: directly from the mine or adit area, the common surface waters of the streams and the groundwater. Relationships between the Eh, T and EC against pH for all three types of water represent different hydrological and geochemical processes. The mine water has the highest Eh, EC and lowest pH values, whereas the surface and groundwaters have the lowest Eh and EC and the highest pH values. Therefore, the pH and Eh of peripheral waters were nearly neutral to slightly alkaline, and mine water has a very high acidity (pH = 3.24-4.17).

The TDS values of the waters ranged widely from 40.506 to 648.214 mg/l. The mine water showed a higher degree of TDS (average = 423.465 mg/l) than the surface waters from non-mine creek (78.474 mg/l) and groundwater (85.782 mg/l), although these three type waters are similar in ranges of seasonal differences. This also indicates that these waters have undergone a different hydrochemical evolution paths during their circulation.

Major ion concentrations ($\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-$, $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ and TDS) tend to increase with decreasing pH, whereas $\text{NO}_3^- + \text{Cl}^-$ showed a nearly positive correlation with increasing pH, indicating progressively larger degrees of dissolution of the host rock compositions. The correlation between $\text{HCO}_3^- / \Sigma\text{anions}$ and pH of water samples shows a positive relationship, and the values of K^+ / Na^+ and $\text{Na}^+ / \text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$ in waters are positive patterns with increasing TDS contents. Relationships between $\text{HCO}_3^- / \text{SiO}_2$ against EC show a trend of negative correlations, because of the continuous dilution effects of the surface waters by the sporadic adding of precipitation waters.

The range of δD and $\delta^{18}O$ values (relative to SMOW) of water samples range from -61.6 to -50.2 ‰ and -8.6 to -7.0 ‰ (d parameter = 5.8 to 8.7) for the December waters. The d ($\delta D - 8\delta^{18}O$) parameter with those of water samples ranged from 5.8 to 8.7. These δD and $\delta^{18}O$ of the acid mine water (d = 6.4) are more heavy values than those of surface water (d = 8.2) and groundwater (d = 7.5). The values illustrate the positive correlation between isotopic compositions and major elements, because those d parameters decrease with increasing TDS, HCO_3^- , SO_4^{2-} and Ca^{2+} concentration.

Maximum concentrations of potentially toxic elements in sediment, precipitate and soil are Fe = 53.80 g/kg, As = 660, Cd = 4, Cr = 175, Cu = 158, Mn = 1010, Pb = 2933, Sb = 4 and Zn = 3740 mg/kg, respectively. Extremely high concentrations are found in the subsurface soil near the ore dump and precipitates in acid mine drainage. The level of enrichment was very severe with sediment and surface soil of the mine drainage, while it was not so great in the farmland and paddy soils. The relationships between the concentrations of some potentially toxic metals (As, Fe, Mn, Pb and Zn) and Cu are shown in significant positive correlations. It is apparent that these elements have been enriched simultaneously and the same pattern of dispersion behavior.

Various kinds of Fe and/or Al compounds have been reported to precipitate from the mine drainage and the stream waters polluted by mining activities. Most of the precipitates form very fine sized particles and an amorphous soup with a white and/or yellowish brown color. XRD analyses of the precipitates show that they are mainly amorphous compound with poorly crystalline schwertmannite (4.80, 3.34, 2.56, 2.29 and 1.68). However, the exact determination of the crystallography and chemical formula of the precipitates needs to be studied in detail.

On polished sections from the separated metallic minerals, the soil and sediment of high concentrated toxic elements include some pyrite, galena, arsenopyrite, chalcopyrite, sphalerite, malachite, goethite, various kinds of hydroxide and uncertain secondary minerals. Pyrite, a major mineral, occurs as variable habits and size fractions. Most grains are replaced by goethite along the grain boundary and fractures due to the surface oxidations. Sphalerite, galena, chalcopyrite and arsenopyrite are dominant among ore minerals and occur as irregular shapes and small particles. The minerals are replaced by oxyhydroxide minerals between the grain boundary and inter-grain cracks.

At low pH and high $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ the waters are usually transferred to the solid phase, therefore, their concentration in waters are controlled by mineral precipitation. It is also interesting that the contents of dissolved carbonates in the mine waters are relatively high, regardless of pH and sulfates. This indicates the saturation state of the waters with respect to each mineral species. Hydrochemical modeling of waters was calculated using WATEQ4F program, to eliminate the reactions which are invalid thermodynamically. Within the uncertainties of 1 in log K values, it is clear that water samples in the Kongjujeil area are undersaturated with respect to most silicate minerals.

The SI calculation for representative minerals in waters, shows that mine waters are mainly under supersaturated, whereas mostly silicate, carbonate and clay minerals are nearly equilibrium states and progressive evolved toward the saturation state with increasing pH due to the increase of surface-water interaction. The increase in Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations from surface and/or groundwater to mine water may be a result of the dissolution of calcite and dolomite. The SIs of these minerals show nearly equilibrium; however, waters in the area are undersaturated with albite, which implies that albite is a source of Ca^{2+} and Na^+ in waters of the present state.

Toxic elements in the mining waste overlying basement rocks are more enriched than those in normal soil and sediment. However, it is difficult to interpret data sets which include analyses of multiple elements, whereas most toxic element contamination in the surface environment is associated with a hybrid of contaminants rather than only one element. The elements included in the index were As, Cd, Cu, Pb and Zn because at least some samples had concentrations of these elements which exceeded the tolerable level, and all are potentially toxic to humans or animals at elevated concentrations.

The enrichment indices (EIs) may be used to evaluate the degree of multiple metal contamination. An EIs over 1 on mean value indicates that elemental concentrations are above the tolerable level, and any element enrichment can be resulted anthropogenic inputs or natural geological sources. In this study, five elements were selected to calculate the enrichment index of analysed materials using the following equation: $\text{EI} = (\text{As}/20 + \text{Cd}/3 + \text{Cu}/100 + \text{Pb}/100 + \text{Zn}/300) / 5$. In most of the materials, the EIs are higher than 4.0, but it is about 1.0 or lower than 2.0 in materials derived from bedrock and stream sediments of the non-mine creek. The highest value found is 10.6 in the brown precipitate.

Conclusions

Hydrogeochemical composition of the waters at the Kongjujeil mine creek belong to the $(\text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+) - \text{HCO}_3^-$ type with high $\text{NO}_3^- + \text{Cl}^-$ concentrations of the groundwater, whereas the surrounding water of the mine creek have the characteristics of $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - (\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-})$ type with high concentrations of heavy metals. The pH of the mine water is high acidity (3.24) and EC (613 $\mu\text{S}/\text{cm}$) compared with those of surface and groundwater. The range of δD and $\delta^{18}\text{O}$ values (relative to SMOW) in the waters are shown as -50.2 to -61.6 ‰ and -7.0 to -8.6 ‰ ($d = 5.8$ to 8.7).

Using a computer program, the SIs of albite, calcite, and dolomite in mine water show undersaturated and progressively evolved toward the saturation state; however, the ground and surface waters are nearly saturated. The gibbsite, kaolinite and smectite are supersaturated in the surface and groundwater, respectively. Calculated water-mineral reaction and stabilities suggest that the weathering of silicate minerals may be stable kaolinite owing to the continuous water-rock reaction. Geochemical modeling showed that mostly toxic heavy metals may exist largely in the form of MSO_4^{2-} and M^{2+} in mine water. These metals in the unpolluted peripheral waters could be formed of CO_3^- and OH^- complex ions.

Host rock of the Kongjujeil mine area consists mainly of granitic gneiss. Soil and sediment near the mine area varied in compositions within the minerals of quartz, muscovite, biotite, alkali feldspar, plagioclase, amphibole, chlorite, vermiculite, berthierine, opaque and some clay minerals. Precipitation mineral in the acid mine drainage was identified as amorphous oxyhydroxide minerals and low-crystalline schwertmannite.

Separated metallic minerals within soil and sediment of highly heavy metal concentrations are composed of some pyrite, galena, arsenopyrite, chalcopyrite, sphalerite, malachite, goethite, various hydroxide and uncertain secondary minerals. Some potentially toxic heavy metals (As, Cd, Cu, Pb, Sb and Zn) are found in extremely high concentrations in the subsurface soil near the ore dump and precipitates. Generally, high concentrations of heavy metals in the soil and sediment are correlated with a high proportion of secondary heavy minerals.

ОЦЕНКА ТОЛЩИНЫ ЛЬДА ОЗЁР БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Кирвель П.И., Институт Информационных Технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Знания о ледовом режиме водоёмов, характере его изменения крайне необходимы специалистам – рыбоводам для предотвращения заморов. Наблюдения за ледовой обстановкой на озерах и водохранилищах производятся в целях обеспечения отраслей народного хозяйства информацией о сроках вскрытия и замерзания водоема, нарастания толщины льда, а также характере ледовых образований. Ледовые явления определяют характер береговых процессов и, в первую очередь, развитие аккумулятивных берегов, формирование отмелей и пляжей, что крайне важно при расчёте ёмкости рекреационных зон на озёрных водоёмах.

Интенсивное использование озёр в народном хозяйстве приводит к заметным последствиям антропогенного воздействия на них. Изменения ледового режима и ледового покрова озёр влияют на экологическое состояние водоёмов, их биогеохимический цикл, включая газовый обмен с атмосферой, условия обитания рыб (через изменение рН и содержание в воде растворённого кислорода), биоразнообразию и сезонную продуктивность, а также ведут к перестройке экосистем, увеличению минерализации, колебаниям величины фитопланктона и т.д. [4].

Всё это в целом свидетельствует о необходимости проведения комплексных научных исследований.

В Республике Беларусь насчитывается около 10 тысяч озёр [3], однако распределение их по территории республики и бассейнам рек весьма неравномерно. Большинство из них находятся на равнинных и низменных

участках севера и юга республики, образуя два озёрных региона: Белорусское Поозерье, с озёрами ледникового происхождения и Белорусское Полесье, с многочисленными мелководными озёрами-разливами, а также среднеглубокими карстовыми.

Анализ ледовой обстановки на озёрах Республики Беларусь показывает, что глобальное изменение климата стала причиной крупномасштабных воздействий на физические и геохимические характеристики водоёмов и их побережий. Как отмечают ряд авторов [5, 6, 7], наблюдаемые экологические изменения будут происходить и в будущем при прогнозируемых климатических условиях. В условиях отсутствия многолетних данных натурных наблюдений для большинства озёр особое значение для решения практических задач, связанных с их использованием, имеет прогнозирование и моделирование внутриводных процессов, протекающих в озёрных экосистемах и контролируемых термическими условиями.

Ледовый режим озёр и водохранилищ Беларуси в последние 20-25 лет претерпел существенные изменения, основной причиной которых явился устойчивый положительный тренд зимних температур воздуха на фоне общего повышения среднегодовых температур воздуха [2]. На увеличение мощности льда оказывают влияние гипсометрическое положение водоёма, морфометрия котловины, характер донных отложений и их мощность. Толщина ледяного покрова является определяющим фактором при оценке грузоподъемности и сроков действия зимников по льду озёр и водохранилищ, формировании береговой линии и деформации её профиля, пересмотре диспетчерских графиков эксплуатации водохранилищ. Именно поэтому проблема оценки изменений ледового режима озёр и водохранилищ как под влиянием текущих, так и возможных в будущем изменений климатической ситуации имеет несомненную актуальность и важность. Практически на всех водоёмах республики в последние два десятилетия наблюдается существенное уменьшение толщины льда и её максимальных величин на 10-13 см, а среднегодовой – на 4-9 см, при этом увеличилась повторяемость лет с неустойчивым ледоставом, по сравнению с предшествующим сорокалетним периодом. Это можно объяснить существенным уменьшением стока с водосборной территории и силы ветра на озерах Полесского региона; уменьшением температуры воды на озерах Белорусского Поозерья, приведшее к уменьшению их теплозапасов за осенний период [1].

В условиях отсутствия многолетних данных натурных наблюдений для большинства озёр особое значение для решения практических задач, связанных с их использованием, имеет прогнозирование и моделирование внутриводных процессов, протекающих в озёрных экосистемах и контролируемых термическими условиями.

Поскольку наблюдения ведутся в основном на крупных озёрах и водохранилищах республики площадью от 1 до 10 км² и более, составляющих около 10 % от общего их количества, а также в связи с трудностью проведения исследований и расчётов по существующим моделям нами для прак-

тического применения построены эмпирические зависимости, отражающие динамику максимальной толщины льда от метеоусловий, которые могут использоваться как аналоги для определения искомых величин на других водоёмах (рисунок 1).

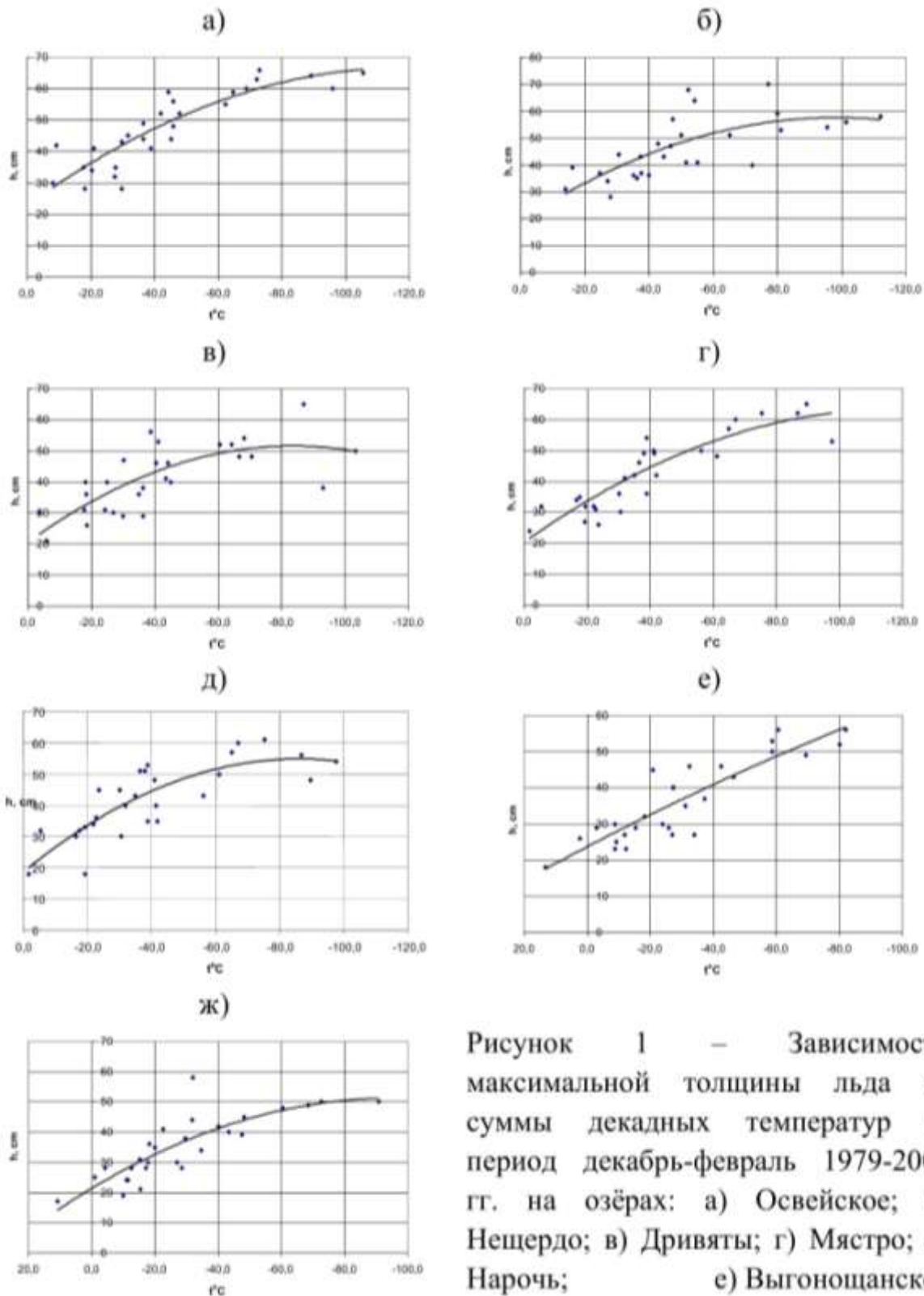


Рисунок 1 – Зависимости максимальной толщины льда от суммы декадных температур за период декабрь-февраль 1979-2007 гг. на озёрах: а) Освейское; б) Нещердо; в) Дривяты; г) Мястро; д) Нарочь; е) Выгонощанское ж) Червоное

Эти зависимости аппроксимируются уравнением:

$$h_{\max} = \alpha t^2 + \beta t + c,$$

где t – сумма декадных температур за зимний период (декабрь-февраль),
 α , β , c – эмпирические коэффициенты (табл. 1).

Таблица 1.

Эмпирические коэффициенты расчётных зависимостей

озеро	α	β	c	R^2
Освейское	-0,0031	-0,7366	22,81	0,78
Нещердо	-0,004	-0,7869	18,822	0,51
Дривяты	-0,0044	-0,7435	20,384	0,56
Мястро	-0,0031	-0,7307	20,09	0,80
Нарочь	-0,0049	-0,8426	18,669	0,68
Выгонощанское	-0,0006	-0,4554	23,526	0,78
Червоное	-0,0033	-0,6285	21,189	0,70

По результатам расчётов построена картосхема среднемноголетней максимальной толщины льда, которая отражает пространственную дифференциацию количественных показателей максимальной толщины льда, осреднённой за многолетний зимний период (декабрь-февраль). Данная картосхема согласуется с опытными расчётными картами отрицательных температур, построенными в гидрометслужбе Республики Беларусь (рисунок 2).

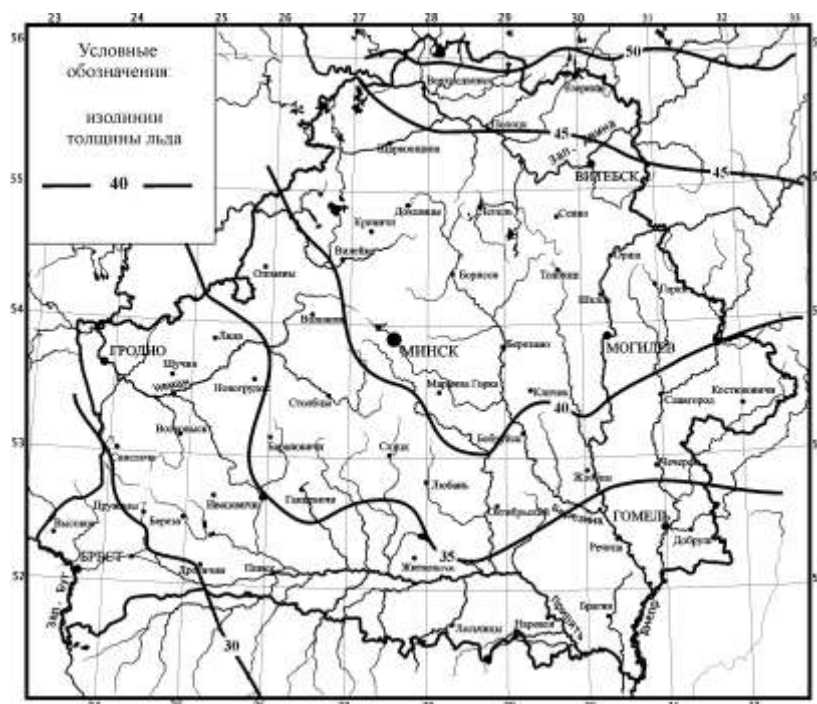


Рис. 2. Картосхема величин максимальной толщины льда, осреднённая за холодный период (декабрь-февраль) 1979-2007гг.

На основании полученных результатов о ледовом режиме водных объектов в прикладных целях может быть проведена разработка комплексных мероприятий по использованию и охране озёр и создание методических и практических рекомендаций для экономики Республики Беларусь.

Литература:

1. Кирвель, П.И. Особенности ледового режима озёр Беларуси / П.И. Кирвель // Вес. Беларус. дзярж. пед. ун-та. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2007. – № 3. – С. 59–65.
2. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
3. Якушко, О.Ф. Озероведение. География озёр Белоруссии / О.Ф. Якушко. – Минск : Выш. шк., 1981. – 224 с.
4. Arnell, N.W. Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios / N. Arnell // Global Environmental Change. – 2004. – Vol. 14. – P. 31–53.
5. Climate change and biodiversity in Europe: a review of impacts, policy responses, gaps in knowledge and barriers to the exchange of information between scientist and policy makers: final rep. / NERC Centre for Ecology and Hydrology, Banchory Research Station; ed.: R. Brooker, J. Young. – London : DEFRA, 2006. – 60 p.
6. Climate – driven trends in contemporary ocean productivity / M. Behrenfeld [et al.] // Nature. – 2006. – Vol. 444, N 7120. – P. 752–755.
7. Effect of changing temperature on benthic marine life in Britain and Ireland / K. Hiscock [et al.] // Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2004. Vol. 14, iss.4. P. 333–362.

TROPHIC STATUS OF LAKES IN CHINA

Frumin G.T., Khuan Zhan-Zhan

*Department of ecology of the Russian State Hydrometeorological University,
Saint Petersburg*

Introduction

The International Lake Environment Committee (ILEC), in cooperation with the United Nations Environment Programme (UNEP), undertook a project entitled «Survey of the State of the World Lakes». This aimed to collect and compile environmental data on many important lakes of the world. Sets of detailed data from 217 lakes worldwide were gathered as a result of this project. Through this project it was possible to identify six major environmental problems, all having a significant impact on water quality, eutrophication being one of them.

Eutrophication has been recognized as the most common and severe environmental hazard in lake ecosystems (Jin, 2003; Jin et al., 2005). As a global environmental issue, eutrophication is characterized by high nitrogen and phosphorus concentrations in water bodies, resulting in excessive growth of phytoplankton and other aquatic plants (Schindler et al., 2008). Increased phytoplankton biomass can decrease clarity, reduce levels of light, and decrease levels of oxygen, all of which ultimately have negative consequences for organisms

that live in the lake. Not only are the effects of eutrophication detrimental to lake biota, but they also pose a risk to human health in the form of harmful algal blooms. Harmful algal blooms are formed by certain types of photosynthetic organisms called cyanobacteria or blue-green algae. Though many types of algae can form blooms, harmful algal blooms in lakes and other freshwaters have the ability to produce toxins that are dangerous to other organisms, including humans and aquatic life such as fish. One of the negative impacts of eutrophication and increased algal growth is a loss of available oxygen, known as anoxia. These anoxic conditions can kill fish and other aquatic organisms such as amphibians.

Blooms that occur in drinking water sources can produce compounds that lead to toxicity as well as taste and odor problems. Toxicity can even occur in drinking water without taste and odor compounds. Depending on the region, harmful blooms can be a significant concern if drinking water comes from reservoirs or natural lakes.

The World Health Organization (WHO) says that 100,000 cells/mL is a moderate human health risk. The most common toxin is called microcystins. There are at least 60 different types of microcystins, and their toxicity can vary significantly. The WHO standard for microcystin-LR in drinking water is 1.0 μ g/L.

Lake depth, volume, elevation, and mean annual precipitation were the main predictors of eutrophication parameters for different lake groups. Although anthropogenic impacts such as point- and nonpointsource pollution are considered as the main determinants of lake eutrophication. Some natural factors that reflect lake buffer capacity to nutrient inputs can also play important roles in explaining the eutrophication status of Chinese lakes (Liu et al., 2010).

China has a large number of lakes, 2300 of which with surface areas larger than 1 km². The total area of all the lakes is 70,988 km², accounting for about 0.8% of China's total land area (Jin, 2003). Unfortunately, as a result of natural and human influences, China's lakes have faced several environmental problems including eutrophication, salinization, and declines in surface area and submerged vegetation in recent decades (Xu et al., 1999; Jin et al., 2005; Wu et al., 2007; Liu et al., 2008). Eutrophication has been recognized as the most common and severe environmental hazard in lake ecosystems (Jin, 2003; Jin et al., 2005).

All lakes are with a total storage capacity of 707.7 billion m³, of which freshwater storage capacity amounts to 225 billion m³. Besides, there are 86,825 reservoirs, with a total storage capacity of 413 billion m³. The two add to a total freshwater capacity of 6380 108 m³, forming one of the most important freshwater resources in the country, playing a major role in supplying drinking water for the people as well as water for industrial and agricultural production, and aquaculture, travel industry, improving climate, generating electricity etc. (Jin, 2003).

Twenty lakes in China dry up each year. The main reason of this is the active development of industry. China over-uses fresh water. The lakes are drained to create new areas for agriculture. The forests along the shores of reservoirs are cut down that leads to shallowing of lakes.

The objective of this study was to assess trophic status of five great freshwater lakes of China (lakes Poyang, Dongting, Taihu, Hongze and Chaohu).

Materials and Methods

Primary data of total phosphorus concentrations (TP) have been taken from (Jin, 2003), and morphometric data from ILEC (World Lakes Database) (Table 1). For an estimation of the trophic status of lakes probability classification proposed by OECD has been used (Fig. 1).

Calculation of admissible phosphoric loading (critical loading) at which the lake will remain in oligotrophic status spent under the following equation (Vollenweider, 1968).

$$L_c = 0.025 \cdot Z^{0.6},$$

where L – admissible loading of phosphorus, $\text{gP} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{year}^{-1}$, Z – average depth of the lake, m.

The probability curves resulted in Fig. 1 have been approximated by analytical expressions (Table 2).

The sum of probabilities of the trophic status is equal to one or 100%.

$$\mu(\text{TP})_{\text{UO}} + \mu(\text{TP})_{\text{O}} + \mu(\text{TP})_{\text{M}} + \mu(\text{TP})_{\text{E}} + \mu(\text{TP})_{\text{HE}} = 1$$

Results and Discussion

Tables 3 and 4 shows the results of our calculations and probability estimation of the trophic status of the biggest Chinese lakes.

As will be seen from the Table 3 Lake Taihu has been in the mesotrophic-eutrophic level. Trophic status of lakes Poyang, Dongting, Hongze and Chaohu can be characterised as eutrophic-hypertrophic. Investigation shows that above-mentioned freshwater lakes have accounted to the eutrophic status and some of them have been in the high trophic level (Lakes Hongze and Dongting). Water quality is deteriorating and ecosystem is destroyed.

As can be seen from the Table 4 during 1985-1989 Lake Taihu has been in the mesotrophic-eutrophic level, and the next years the lake is characterised as eutrophic-hypertrophic. The reason is that concentration of the total phosphorus increased in the lake since 1985 to 2000, and then decreased (Fig. 2). On the other hand the line of a trend resulted in drawing, shows, that concentration of total phosphorus since 1985 to 2011 increased.

High nutrient concentrations in a lake are derived from external inputs from the watershed. The final biomass attained is determined primarily by the pool of nutrients available for growth at the beginning of the growing season. The primary nutrients, such as nitrogen and phosphorus, are used until growth is complete and the exhaustion of the pool of either one of them places a final limit on the phytoplankton growth. By definition, the nutrient which is exhausted is the limiting nutrient in any lake system. Meybeck et al.(1989) suggest that, in waters with a N/P ratio greater than 7 to 10, phosphorus will be limiting, whereas nitrogen will be limiting in lakes with a N/P ratio below 7.

The results of calculations of critical loading of total phosphorus presented in the Table 5.

Table 1.
Morphometric data and concentrations of total phosphorus in five biggest fresh water lakes in China

Lake	TP, mg·m ⁻³	Average depth, m	Area, km ²	Volume, km ³
Poyang	94	8.4	3,210	17,380
Dongting	119	6.7	2,740	15,540
Taihu	52	1.9	2,428	5,140
Hongze	130	1.8	1,580	2,790
Chaohu	88	4.4	8,200	2,070

Table 2.
Probability distribution of the trophic status $\mu(\text{TP})$ of lakes by total phosphorus concentrations (TP) after a rounding off

Trophic status	Formula
Ultraoligotrophic	$\mu(\text{TP})_{\text{UO}} = 1 - \exp\{-\exp[-0.357 \cdot (\text{TP}) + 1.25]\}$
Oligotrophic	$\mu(\text{TP})_{\text{O}} = 0.66 \cdot \exp\{-[-0.947 \cdot \ln(\text{TP}/8)]^2\}$
Mesotrophic	$\mu(\text{TP})_{\text{M}} = 0.66 \cdot \exp\{-[-0.995 \cdot \ln(\text{TP}/26)]^2\}$
Eutrophic	$\mu(\text{TP})_{\text{E}} = 0.66 \cdot \exp\{-[-0.964 \cdot \ln(\text{TP}/89)]^2\}$
Hypertrophic	$\mu(\text{TP})_{\text{HE}} = \exp\{-\exp[-0.0123 \cdot (\text{TP}) + 1.65]\}$

Table 3.
Probability estimation of the trophic status of five biggest lakes of China, %

Lake	Probability of the trophic status				
	Ultraoligotrophic	Oligotrophic	Mesotrophic	Eutrophic	Hypertrophic
Poyang	0	0	13	66	21
Dongting	0	0	7	61	32
Taihu	0	3	41	50	6
Hongze	0	0	5	58	37
Chaohu	0	0	15	66	19

Table 4.
Percentage probability classification of Lake Taihu based on total phosphorus concentrations

The period	TP, mg·m ⁻³	$\mu(\text{TP})_{\text{O}}$	$\mu(\text{TP})_{\text{M}}$	$\mu(\text{TP})_{\text{E}}$	$\mu(\text{TP})_{\text{HE}}$
1985-1989	35.4	9	60	30	1
1990-1994	76.4	0	21	65	14
1995-1999	93.6	0	13	66	21
2000-2004	92.4	0	13	66	21
2005-2010	83.2	0	17	66	17

Table 5.
Critical loading of total phosphorus to five biggest Chinese lakes (approximately)

Lake	Average depth, Z, m	Area, km ²	$L_c, \text{gP} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{year}^{-1}$	$L_c, \text{ton} \cdot \text{year}^{-1}$
Poyang	8.4	3,210	0,090	288
Dongting	6.7	2,740	0,078	214
Taihu	1.9	2,428	0,037	89
Hongze	1.8	1,580	0,036	56
Chaohu	4.4	0,820	0,061	50

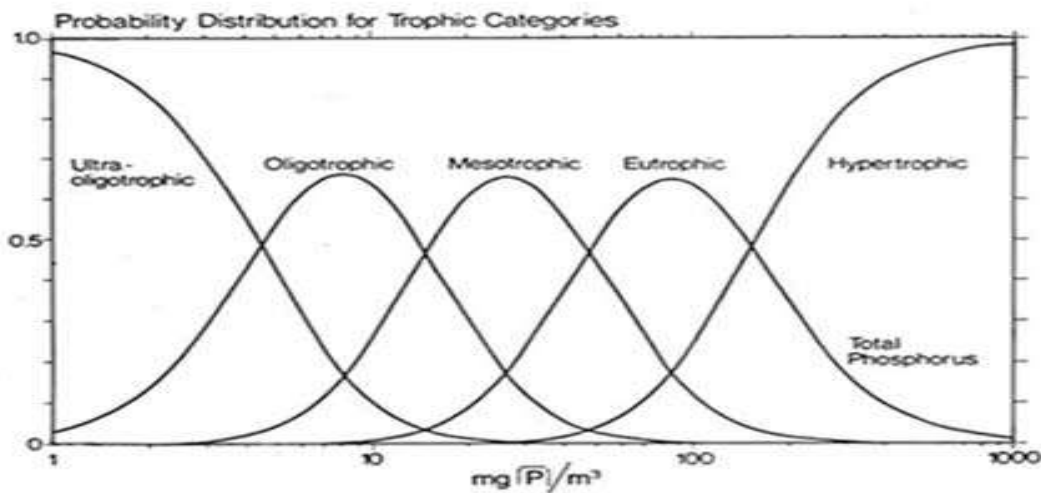


Fig. 1. Probability distribution curve for the average lake phosphorus (OECD)

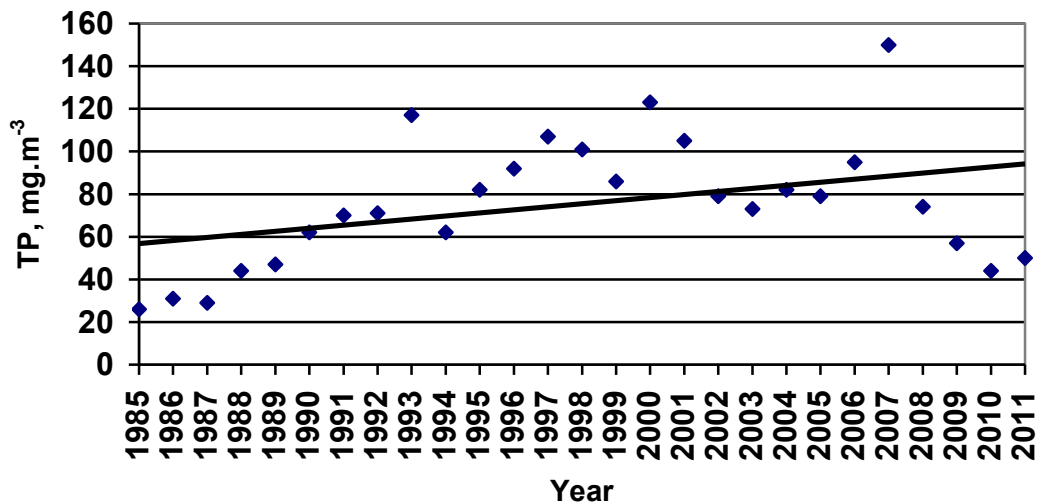


Fig. 2. Dynamic of average yearly concentration of total phosphorus in Lake Taihu

References:

1. Jin, X. C., 2003. Analysis of eutrophication state and trend for lakes in China. *Journal of Limnology* 62: 60–66.
2. Jin, X. C., Q. J. Xu & C. Z. Huang, 2005. Current status and future tendency of lake eutrophication in China. *Science in China Series C: Life Sciences* 48: 948–954.
3. Liu, G. H., E. H. Li, L. Y. Yuan & W. Li, 2008. Occurrence of aquatic macrophytes in a eutrophic subtropical lake in relation to toxic wastewater and fish overstocking. *Journal of Freshwater Ecology* 23: 13–19.
4. Liu, W., Zhang, Q. And Liu, G. 2010. Lake eutrophication associated with geographic location, lake morphology and climate in China. *Hydrobiologia* 644:289-299.
5. Meybeck, M., Chapman, D. and Helmer, R. [Eds] 1989 *Global Freshwater Quality: A First Assessment*. Blackwell Reference, Oxford, 306 pp.
6. Schindler, D. W., R. E. Hecky, D. L. Findlay, M. P. Stainton, B. R. Parker, M. J. Paterson, K. G. Beaty, M. Lyng & S.E. M. Kasian, 2008. Eutrophication of lakes cannot be

controlled by reducing nitrogen input: results of a 37 year whole ecosystem experiment. Proceedings of the National Academy of Sciences 105: 11254–11258.

7. Vollenweider, R.A., 1968. Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication. OECD, Paris.

8. Wu, S. K., P. Xie, G. D. Liang, S. B. Wang & X.M. Liang, 2007. Relationships between microcystins and environmental parameters in 30 subtropical shallow lakes along the Yangtze River, China. Freshwater Biology 51: 2309–2319.

9. Xu, F. L., S. Tao & Z. R. Xu, 1999. The restoration of riparian wetlands and macrophytes in the Lake Chao: possibility and effects. Hydrobiologia 405: 169–178.

ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЛЕДНИКОВЫХ ПОКРОВОВ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ СТРАНЫ (на примере Алтайской горной страны)

Литвинова Е.А.

Научный руководитель Соколова А.А.

*Ленинградский государственный университет имени А.С.Пушкина,
г. Санкт-Петербург, г. Пушкин*

Ледник – это скопление льда атмосферного происхождения, обладающего движением. Алтайская горная область располагается между 48° и 53° с.ш. и 82° и 90° в.д. Алтай очень богат ледниками: насчитывается порядка 1400 ледников общей площадью 910 км². Алтай занимает третье место среди горных стран бывшего СССР после Средней Азии и Кавказа.

Существенное увеличение темпов сокращения ледников отмечается практически во всех районах земного шара. При этом сравнительно небольшие по размерам горные ледники зачастую более чувствительны к изменениям климата и реагируют на них гораздо быстрее, чем ледниковые покровы.

Ледники влияют на климат, создают специфические ледниковые формы рельефа и неповторимые по красоте и суровости нивально-гляциальные высокогорные ландшафты.

Вода, образующаяся в результате таяния горных ледников, имеет огромное значение для орошения земель во многих районах мира, так как высокие горные цепи часто граничат с засушливыми и полузасушливыми областями. В этих, как и в других местах, ледники повинны в таких стихийных бедствиях, как наводнения. Количество пресной воды, заключённой в ледниках, намного больше, чем количество воды во всех озёрах и реках на Земле. В ледниках Алтая заморожено приблизительно 60 кубических километров воды.

Многообразные формы и проявления отступания и сокращения ледников Алтая – этот длительный послевюрмский процесс протекал неравномерно и неодинаково в зависимости от многих условий. В результате различные формы оледенения, существующие на Алтае, стали отражать и разные этапы

процесса, особенности его протекания. Кроме того, по отношению к отдельным ледникам Алтая, их группам и формам оледенения получает важное значение особый критерий их состояния в виде большей или меньшей устойчивости в случае дальнейшей общей деградации оледенения.

Общим свойством деградирующего оледенения является более или менее сильное проявление инерции сохранения ледников, чем в отдельных случаях, и при определенных условиях может задерживаться или приостанавливаться переход оледенения к малым формам. Именно так подчеркивается на Алтае выделение двух центров оледенения Южно-Чуйского и Южно-Алтайского, где главные ледники сохраняются от распада, в то время как соседние уже разрушились.

В отношении количественных измерений динамики оледенения, изучение ледникового Алтая значительно отстает от других горно-ледниковых районов. Все же в последние годы перед Великой Отечественной войной было зафиксировано положение и частично засняты концы многих ледников, созданы предпосылки для получения количественных характеристик динамики оледенения разных районов Алтая.

Сегодня ледники отступают. Ледники Алтая, как и других горных стран, часть глобального круговорота воды. Сокращение площади занимаемой ледниками, расположенными в умеренных широтах, связаны с периодами летнего потепления в Евразии, уменьшения количества зимних осадков на 25-54° северной широты, и следует за глобальными процессами изменения температуры и осадков. Крупные долинные ледники отступают быстрее (в среднем 9-10 м в год), чем малые, среди которых есть стационарные. С середины прошлого столетия крупные ледники потеряли 6-7% своей площади, а их концы отступили на расстояние 400-2300 м. Интенсивно отступали: Алахинский, Катунский, Б.Тандуринский, Родзевича, Софийский, Аккемский. Величина отступления индивидуальна и непостоянна, у Софийского ледника она составила 2710 м, с 1898 года (когда он был открыт и картирован), со средней скоростью 18,7 м/год при ее вариантах 5-27 м/год.

Современная регрессивная фаза оледенения Алтая характеризуется целым рядом разнообразных свойств и признаков:

- сокращение ледниковых языков (утонышение, поперечное сжатие, отступление), сопровождаемое отложением морен;
- отщепление менее мощных боковых притоков ледников;
- сокращение фирновых бассейнов ледников, уменьшение областей их питания, выражающееся, в частности, в резком ослаблении менее мощных тыловых ледниковых потоков;
- различные элементы асимметрии в расположении и формах ледников, как в верхних, так и в нижних их частях.
- выраженная в различной степени общая тенденция перехода к малым формам оледенения.

Разнообразность геологических структур обусловила местные особенности тектонического строения, стратиграфии, литологического состава пород и размещения полезных ископаемых. На фоне древней тектоники в современном морфологическом облике Алтая отчетливо отражается влияние новейшей разрывной тектоники и интенсивно протекающих экзогенных процессов.

Начиная с середины 50-х годов XX века, на Алтае отмечается тенденция к повышению температуры воздуха зимой и в переходные сезоны. Наибольшая скорость роста температуры характерна для зимних и весенних сезонов. При современном потеплении климата на Алтае наблюдается тенденция к уменьшению количества осадков. Помимо отступления ледников, современное потепление сказывается также на их глубинном строении, под которым понимается структура и стратиграфия самого ледника, его состав (изотопный, геохимический, газовый, содержание различных примесей) и температура фирново-ледяной толщи. Ухудшение условий питания ледников и возросшая абляция привели к уменьшению толщины годовых горизонтов. В результате сокращается мощность фирновой толщи и, как следствие, ее водоудерживающая способность. Направленное потепление вызывает также существенное повышение температуры фирново-ледяной толщи.

СНЕЖНЫЕ ЛАВИНЫ КАК ПРОДУКТ КОМПЛЕКСНОГО СОЧЕТАНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ И КЛИМАТИЧЕСКОГО ФАКТОРА (на примере Северного Кавказа)

Щурова А.Н.

Научный руководитель Трифионов А.Н.

*Ленинградский государственный университет имени А.С.Пушкина,
г. Санкт-Петербург, г. Пушкин*

Кавказ образовался на месте геосинклинального прогиба Тетиса между Русской платформой на севере и Аравийской платформой на юге. Прогибания сменялись поднятиями, связанными с докембрийской, каледонской, герцинской и киммерийской складчатостями. В палеозое и мезозое преобладало погружение и накопление осадочных толщ.

Северный Кавказ является частью орогена Большого Кавказа, главным субширотным элементом которого является центральное сводово-глыбовое поднятие с изменяющимися амплитудами суммарных новейших поднятий от 0,25-0,5 до 1,7 км на западе, 4,5-5,0 км в центральной, наиболее приподнятой части, и 3,5 км в восточной. Поднятие характеризуется пологим северным и крутым южным склонами и подразделяется на ряд поперечных сегментов, ограниченных зонами новейших разломов. С севера и юга по региональным разломам оно граничит с системами частных подня-

тий и впадин, формирующих его склоны, где амплитуды снижаются. Последние по взбросам и надвигам сопряжены с предгорными впадинами, представляющими собой южные участки Скифской плиты, испытавшие в позднем сармате интенсивное прогибание, и существенно сократившие свои размеры к настоящему времени. Субширотные региональные разломы, главным образом, надвиги и взбросы, часто подчеркиваются сейсмичностью (Владикавказский, Ахтырский, надвиги в области Предгорного Дагестана и Северо-Западного Кавказа и др.).

Преобладающие высоты Северного Кавказа превышают 3 тысячи метров. Здесь же находится высшая точка России – гора Эльбрус. Большие высоты обусловлены не только геологической молодостью территории, но и значительными поднятиями в неоген-четвертичное время вследствие взаимодействия литосферных плит.

Горообразовательные процессы на территории Северного Кавказа еще не завершены. Об этом свидетельствуют землетрясения и вулканизм. Высшие точки Кавказа – Эльбрус (5642 м) и Казбек (5033 м) являются недавно потухшими вулканами.

Специфическим проявлением вулканизма являются лакколиты. Лакколит – это отдельно стоящая гора, имеющая пологие склоны и округлую вершину. Такие куполообразные поднятия могут иметь диаметр от нескольких сотен метров до 5-6 км. Наиболее известны лакколиты района кавказских Минеральных Вод – горы Железная, Машук, Бештау.

Сложный горный рельеф создает на Кавказе большое разнообразие местных климатов, и намеченные ранее крупные геоморфологические единицы различаются в климатическом отношении. Кавказ расположен на границе умеренного и субтропического климатических поясов. Существующие между ними различия усиливаются горами Большого Кавказа, затрудняющими перенос холодных воздушных масс с севера в Закавказье и теплых с юга в Предкавказье.

Северный Кавказ относится к умеренному поясу. Летом на Северный Кавказ из степной зоны Русской равнины переносится континентальный воздух умеренного пояса в разных фазах трансформации его в тропический. Зимой на Северном Кавказе с востока и северо-востока по южной периферии областей высокого давления, связанных с азиатским антициклоном, поступает холодный континентальный воздух. На Черноморском побережье по восточной окраине барической депрессии (черноморской) с юго-востока распространяется континентальный воздух, в нижнем слое имеющий свойства морского. В Джавахетско-Армянском нагорье, где зимой образуется область высокого давления, циркулирует континентальный малоазиатский воздух.

Сочетание рельефа и климатических условий Северного Кавказа приводит к широкому распространению снежных лавин. Очагами лавин служат цирки, кары, денудационные воронки, широко распространенные в пределах горной территории. Образованию снежных лавин служит наличие на склонах мощ-

ной сложностратифицированной снежной толщии. Факторами, способствующими образованию многослойной снежной толщии, являются частые снегопады, метелевый перенос, оттепели и понижения температуры и другие. Неоднократно обрушения лавин вызывали катастрофические последствия.

На Северном Кавказе преобладают лотковые лавинные очаги (около 85% всех очагов). Наиболее широко представлены денудационные воронки разных форм и размеров – от хорошо развитых, многокамерных, с выровненной поверхностью и площадью до 100 гектаров до узких однокамерных, иногда в виде желобов с неровной поверхностью. Высота лавинных очагов составляет от 100 до 1000 м и более, угол наклона поверхности от 200 до более 400. В численном отношении преобладают лавинные очаги площадью до 10 га, с углом наклона 300-370. Лавинные очаги типа ледниковых каров и денудационных воронок в высокогорной части Большого Кавказа имеют площадь до 300 га.

Изменение продолжительности лавиноопасного периода в пределах Северного Кавказа подчиняется географической закономерности, выражающейся в возрастании абсолютной высоты участков достижения одинаковых ее значений в направлении с запада на восток. В районе Приэльбрусья она составляет 160-200 дней.

Сход первых лавин совпадает с установлением снежного покрова. Продолжительность лавиноопасного периода, количество лавин и их объемы изменяются год от года.

Большинство лавин на Северном Кавказе сходит в декабре-феврале. За год в Приэльбрусье насчитывается 30-40 дней с лавинами, с крайними значениями от 17 до 50. На протяжении зимнего сезона отмечаются два пика лавинной активности – в декабре и апреле, обусловленные соответственно снегопадами и весенним снеготаянием. Отмечались периоды с таким характером атмосферной циркуляции, при котором пик лавинной активности смещался с декабря на январь-февраль, поэтому наблюдался один растянутый позднезимний-весенний максимум лавинообразования. Общее число лавин при этом было несколько меньшим.

Распределение лавин по генетическим типам в целом по Большому Кавказу имеет следующий характер: 75% от общего числа составляют лавины, сходящие во время снегопадов, 8% – при весеннем снеготаянии, 6% – при оттепелях, 2% – при метелях, а 9% составляют лавины сублимационной перекристаллизации (температурного разрыхления).

Естественным препятствием для обрушения лавин считается наличие лесной растительности на крутых горных склонах (хотя в разных горных регионах зарегистрированы случаи отрыва лавин как внутри леса, так и поверх засыпанных снегом деревьев).

Для защиты от лавин на Северном Кавказе применяются отдельные противолавинные мероприятия. Прогнозирование лавин в регионе осуществляется Северо-Кавказским управлением Росгидромета. Предупредительные

спуски лавин проводятся военизированными отрядами в Приэльбрусье и на Транскавказской автомагистрали. Несколько противолавинных галерей были возведены для защиты Транскавказской автомагистрали в долине р. Ардон.

ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ВОЛОГДА

*Трусова Л.Н., Филиал ФГБУ Северное УГМС «Вологодский ЦГМС»,
Вологодский государственный технический университет, г. Вологда*

Деятельность человека в значительной степени влияет на природные водные объекты. Это обусловлено тем, что вследствие развития производства, урбанизации территорий и сельскохозяйственной деятельности происходит организованный и неорганизованный сбросы сточных вод в водные объекты, вносящие большие изменения в их гидрохимический и биологический режимы, изменяющие качество воды, нарушая жизнедеятельность растительных и животных организмов.

Цель работы заключалась в оценке динамики загрязненности поверхностной воды р. Вологда. Для анализа качества вод р. Вологда использованы материалы мониторинга государственной службы наблюдений Росгидромета 1998-2011 гг.

Для оценки качества вод использован метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по 15 основным гидрохимическим показателям на основе УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды), согласно РД 52.24.643-2002 [2]. При этом были использованы следующие классы качества воды: 1 класс – «условно чистая»; 2 класс – «слабо загрязненная»; 3 класс: разряд а) – «загрязненная», б) – «очень загрязненная»; 4 класс: а) и б) – «грязная», в) и г) – «очень грязная»; 5 класс – «экстремально грязная» (таблица 1).

При оценке загрязненности поверхностных вод использованы «Нормативы качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», утвержденные приказом Федерального агентства по рыболовству №20 от 18.01.2010 г. [1].

Гидрографическая сеть в пределах города Вологда и его окрестностях представлена крупной р. Вологодой. Река Вологда является основным источником водоснабжения города.

Река Вологда является правым притоком реки Сухона и принадлежит бассейну Северной Двины. Длина р. Вологда составляет 155 км, площадь водосборного бассейна – 3030 км². Гидрохимические исследования состояния реки проводят в черте г. Вологды в двух пунктах наблюдения: 1 км выше г. Вологда (1 км выше впадения р. Тошня) и 2 км ниже г. Вологда (4 км ниже впадения р. Шограш).

Анализ гидрохимического состояния водного объекта указывает на то, что наибольшее загрязнение наблюдается в период летней и зимней межени, когда уровни воды достигают минимальных значений, и в период весеннего половодья, когда происходит таяние снежного покрова и смыв загрязняющих веществ с прилегающих территорий. Следует отметить значительный вклад в загрязнение поверхностных водных объектов неорганизованного стока, поступающего с водосборной площади.

Основными источниками загрязнения р. Вологда являются МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал», а также МУП «Вологдазеленстрой», через систему ливневой канализации которого сточные воды с территории города Вологды без очистки попадают в реку.

Таблица 1.

Динамика величин УКИЗВ для р. Вологда

Год	р. Вологда, выше города		р. Вологда, ниже города	
	Значения УКИЗВ			
1998	4,34	4 А (грязная)	6,51	4 В (очень грязная)
1999	3,64	3 Б (очень загрязненная)	6,50	4 В (очень грязная)
2000	4,13	4 А (грязная)	7,17	5 (экстремально грязная)
2001	4,30	4 А (грязная)	6,21	4 Г (очень грязная)
2002	4,48	4 А (грязная)	6,71	5 (экстремально грязная)
2003	4,73	4 А (грязная)	5,71	4 В (очень грязная)
2004	3,24	3 Б (очень загрязненная)	5,76	4 В (очень грязная)
2005	3,96	3 Б (очень загрязненная)	5,91	4 В (очень грязная)
2006	5,24	4 А (грязная)	5,16	4 А (грязная)
2007	2,82	3 А (загрязненная)	5,32	4 Б (грязная)
2008	3,88	3 Б (очень загрязненная)	5,03	4 А (грязная)
2009	4,54	4 А (грязная)	5,54	4 Б (грязная)
2010	4,32	4 А (грязная)	6,02	4 В (очень грязная)
2011	4,37	4 А (грязная)	4,37	4 В (очень грязная)

Характерными загрязняющими веществами р. Вологда выше города являются органические вещества, железо, соединения меди и никеля (рис.1).

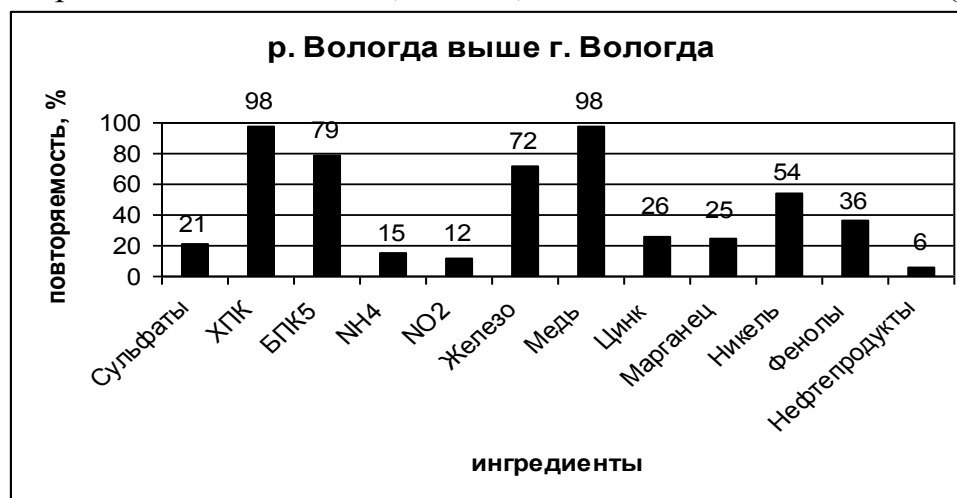


Рис.1. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р.Вологда выше города

Проведенный математико-статистический анализ данных мониторинга (величин УКИЗВ) р. Вологда (выше г. Вологда) показал, что в основном состояние водного объекта характеризуется 4 классом качества разряда «А» (грязная). В связи со снижением концентраций фенолов и соединений меди в отдельные года (1999, 2004, 2005, 2007, 2008 г.г.) происходит смена класса качества воды на 3 «Б» (очень загрязненная) (рис.2).

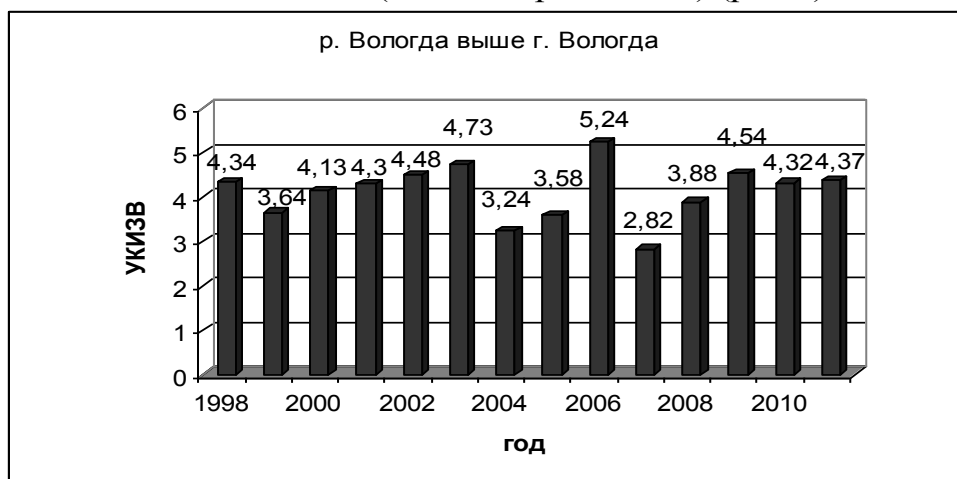


Рис.2. Динамика изменения качества воды р. Вологда выше города

Характерными загрязняющими веществами р. Вологда ниже города являются органические вещества, азот аммонийный, азот нитритный, железо, соединения меди и никеля (рис.3).

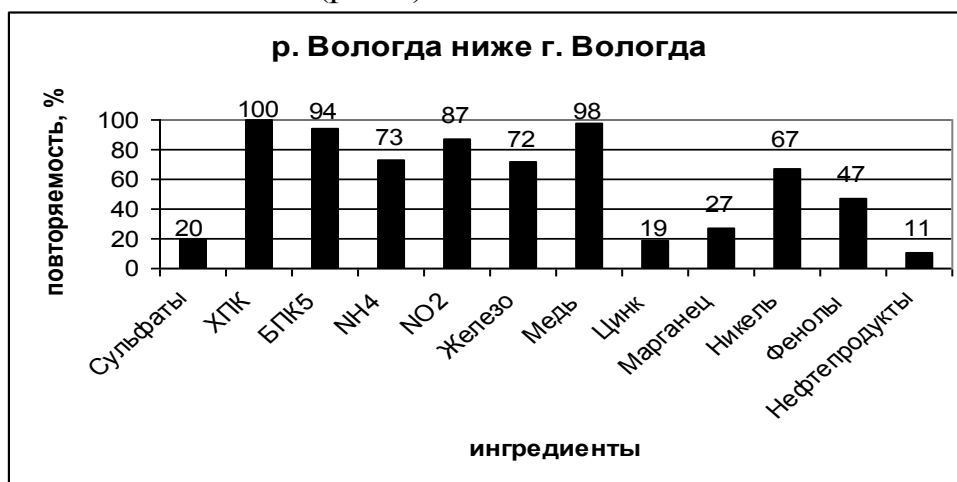


Рис.3. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Вологда ниже города

Математико-статистический анализ данных мониторинга р. Вологда (ниже г. Вологда) показал, что в основном состояние водного объекта характеризуется 4 классом качества разряда «В-Г» (очень грязная). В связи со снижением концентраций легкоокисляемых веществ по БПК₅, азота аммонийного и нитритного, фенолов в отдельные годы (2006-2009 гг.) меняется качество воды на 4 «А-Б» (грязная). В 2000, 2002 гг. вода р. Вологда ниже города экстремально грязная – 5 класс качества (рис.4).

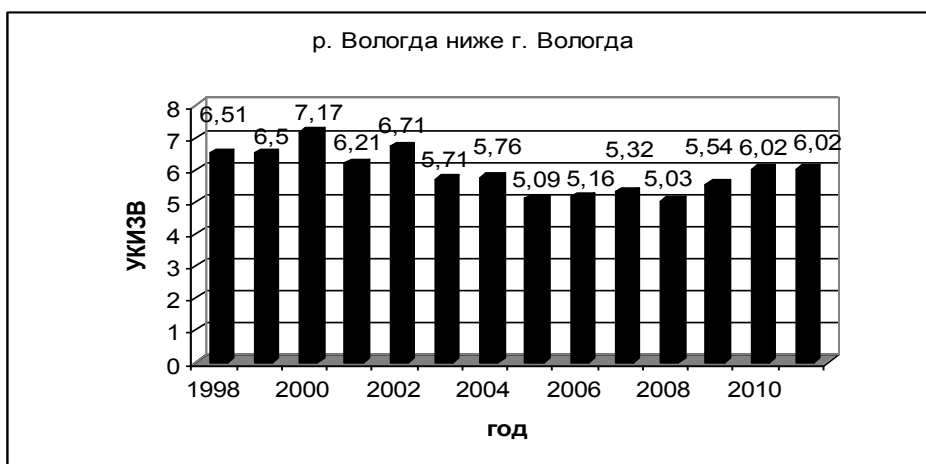


Рис.4. Динамика изменения качества воды р. Вологда ниже города

Анализ многолетней гидрохимической информации с использованием критериев классификации высокого загрязнения позволил получить динамику случаев высокого загрязнения р. Вологда (рис.5).



Рис.5. Динамика случаев высокого загрязнения р. Вологда

Таким образом, вода в реке Вологда обладает в течение всего анализируемого периода высокой комплексностью загрязненности. Качество воды выше г. Вологда относится к очень загрязненной/грязной, ниже г. Вологда – грязной/очень грязной. Загрязняющими веществами для двух пунктов наблюдения на р. Вологда являются легкоокисляемые и трудноокисляемые органические вещества по БПК₅ и ХПК, железо, соединения меди и никеля. В нижнем створе р. Вологда прослеживается также загрязнение веществами азотной группы: азоты аммонийный и нитритный.

Причинами загрязнения р. Вологда являются неочищенные сточные воды МУП «Вологдазеленстрой», аварийные сбросы сточных вод МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал», отсутствие локальных очистных сооружений на выпусках ливневой канализации, наличие бесхозных сетей ливневой канализации. Оценка качества поверхностной воды свидетельствует о том, что для улучшения гидрохимического состояния р. Вологда необходимо снижение антропогенного воздействия на водный объект, принятие эффективных и технически

обоснованных управленческих решений, осуществления мероприятий по охране водотока.

В целях сохранения окружающей среды и улучшения качества вод р. Вологда в г. Вологда необходимы:

1. Сокращение объема сброса сточных вод водопользователем в период летней и зимней межени, когда уровни воды достигают минимальных значений, для нормализации гидрохимического состояния водных объектов и предотвращения заморных ситуаций.

2. Проведение капитального ремонта и реконструкции действующих, а также строительство новых очистных сооружений сточных вод на промышленных, коммунальных объектах.

3. Информирование водопользователем уполномоченных органов государственной власти и органов местного самоуправления об аварийных и залповых сбросах, чрезвычайных ситуациях на водных объектах.

4. Подготовка квалифицированных кадров для эксплуатации водохозяйственных систем и сооружений.

5. Разработка программы по восстановлению водных объектов.

6. Усиление государственного контроля.

Литература:

1. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – 257 с.
2. Руководящий документ 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 49 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ Г. АЛМАТЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ВЕРХОВЬЕВ РЕКИ МАЛАЯ АЛМАТИНКА

*Черноножкина В.В., Национальный Исследовательский Томский
Государственный Университет, г. Томск*

Горные реки имеют жизненно важное значение для Республики Казахстан.

Река Малая Алматинка берёт начало из ледника Туяксу, в горах юго-востока республики, на высоте 3660 м над уровнем моря, и играет определяющую роль в питьевом и бытовом водообеспечении населения города Алматы.

Алматы является уникальным городом по своим физико-географическим и климатическим характеристикам, которые оказывают влияние на его экологические особенности. Город расположен у подножия гор (хребет Заилийский Алатау), в предгорной котловине, в долинах рек Большая и Малая Алматинка. В южных жилых массивах Алматы чувствуется дыхание 300 горных ледников, влияющих на климато-гидрологическую обстановку в городе.



Рис. 1. Вид на юго-восточную часть г. Алматы и предгорья Заилийского Алатау (фото автора)



Рис. 2. Вид на ледник Центральный Туюксу и верхнее течение р. Малая Алматинка (фото автора)

При общей благоприятности климатических условий предгорная зона Заилийского Алатау характеризуется исключительно слабыми ресурсами самоочищения атмосферы. Природные и климатические особенности местности способствуют образованию мощных инверсий температур, которые приводят к непрерывному накоплению в приземном слое продуктов загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей, выбросами ТЭЦ и других промышленных объектов, что выражается в явлениях смога, ставшего привычным для города независимо от времени года. Высота толщи смога во время инверсий зимой может превышать 300 м. Для Алматы основными загрязнителями воздуха выступают: NO_2 , SO_2 , CO , формальдегид, бенз(а)пирен, фенол и ЛОС. Это город с систематически многолетним очень высоким уровнем загрязнения атмосферы (показатель ИЗА_5 – свыше 10).

Крайне отрицательную роль играют антициклональные режимы погоды (большая повторяемость туманов в год) и расположение города в непроветриваемой предгорной котловине: при всех направлениях ветра город оказывается в так называемой «аэродинамической тени».

Такой природный фактор, как горно-долинная циркуляция ветра, является причиной привноса вредных веществ в высокогорную зону. Река Малая Алматинка играет в процессе горно-долинной циркуляции особенную роль: ночью прохладный ветер дует с ледников по долине реки в сторону города, очищая загрязнённый выхлопными газами воздух. Днём происходит обратная картина: насыщенный загрязняющими веществами городской смог поднимается вверх по речной долине, вместе с долинным ветром, к ледникам, на высоту 3500 м.

Механизм этого процесса выглядит следующим образом. По наблюдениям, в Алматы в утренние часы при первых слабых признаках долинной тяги огромное количество дыма, пепла и пыли, заволакивающие предгорную равнину, и особенно район города, приходит в движение и медленно начинает двигаться в горы, затягивая мгlistой пеленой неба и снижая видимость гор до нуля. При этом концентрация вредных веществ постепенно нарастает. Мгла начинает движение в горы поверху, образуя клин наподо-

бие облачности теплого фронта, а затем захватывает и приземный слой. Когда скорость долинного ветра достигает максимума, вредные вещества, содержащиеся в воздухе, вовлекаются в циркуляцию, частично осаждаются и постепенно рассеиваются. В ночное время горный ветер относит загрязнённые массы воздуха к северу от города, в результате чего, как правило, воздух очищается. Такой механизм горно-долинной циркуляции наиболее характерен для холодного времени года (зимне-весенний период). Летом же за счёт атмосферной неустойчивости это явление встречается редко. Именно поэтому максимальное загрязнение ледников и снежной толщи в горах наблюдается в весенних пробах свежеснеженных осадков на период максимума снегонакопления. В пробах же осадков в летнее время загрязняющие вещества уже почти отсутствуют.

Таким образом, с большой долей вероятности можно утверждать, что загрязнение воздушного бассейна г. Алматы приводит к загрязнению гляциально-нивального пояса Заилийского Алатау. При этом наибольший «вклад» в загрязнение как воздушного бассейна, так и высокогорной зоны вносит автомобильный транспорт.

Помимо естественных природных факторов, причиной накопления загрязняющих веществ в воздухе города являются: строительство многоэтажных зданий, преграждающих путь проникновению воздушных масс в город; чрезмерная концентрация транспортных средств.

Южные и юго-восточные районы г. Алматы, находящиеся в верхних и средних течениях горных рек, считаются самыми экологически чистыми территориями, а потому наиболее предпочтительными для проживания. Их застройка происходит крайне интенсивно, характеризуется плотным расположением высотных зданий (18-20 этажей). Таким образом, нарушается схема воздушных потоков в зонах, имеющих важное аэродинамическое значение для поддержания чистой экологической среды г. Алматы: потоки горного ветра на подступах к городу «разбиваются» о плотную застройку зданий.

Сравнительный анализ качества ледниково-снеговых вод, проведённый за 29 лет (с 1970 по 1999 г.) Казгидрометом и Алматинским городским управлением по охране окружающей среды, не оставляет сомнений в негативной направленности изменений гидрохимических показателей у реки Малая Алматинка. Результаты отбора проб снега и талой воды в 1970, 1991, 1997 и 1999 гг. отражают динамику постепенного загрязнения зоны формирования вод р. Малая Алматинка (ледник Туюксу). Негативному изменению подвергаются такие показатели, как рН (изменение в сторону щелочной реакции) и общая минерализация вод, концентрации солей аммония, нитратов, нитритов, железа, стронция, меди, цинка и никеля.

Если характерной особенностью химизма ледниковых вод Малой Алматинки в 1970 г. являлась бедность азотом (из его соединений были отмечены лишь ионы аммония, NH_4^+ ; их содержание всюду не превышало 0,1 мг/л) и полное отсутствие окислых форм азота – нитритов и нитратов, то на сего-

дншний день исследования показывают тенденцию в сторону увеличения данного химического вещества в пробах талых снеговых вод на леднике.

В 1991 г. в пробах был обнаружен аммоний в незначительных количествах (0,02 мг/л), а содержание нитратов колебалось в пределах 0,4-0,5 мг/л, т.е. не превышало ПДК. В 1997 г. аммоний встречался в снеге уже на уровне ПДК (0,45-0,47 мг/л), а содержание нитратов составило 8,5 мг/л в фирновой области ледника и 17,3 мг/л на его языке. Это превышает ПДК для питьевых и рыболовных целей соответственно в 6 и 11 раз.

Если в 1991 г. незначительное содержание соединений азота, по всей видимости, можно было объяснить ещё активной в те годы сельскохозяйственной деятельностью, то загрязнение весеннего снега 1997 г. требует иного объяснения. Полученные материалы подтверждают опасения всё более негативного развития гидроэкологической ситуации в бассейнах горных рек, воды которых являются одним из главных источников питьевого водоснабжения г. Алматы и прилегающих территорий предгорных равнин. 30% населения города в качестве питьевой воды потребляют воду из горных рек.

Приведённый выше анализ загрязнения рек и гляциально-нивального пояса Заилийского Алатау свидетельствует об ухудшении экологической обстановки в горах за счёт проникновения туда загрязнённых масс воздуха из г. Алматы вверх по речным долинам.

Помимо очевидного проникновения в зону формирования возобновляемых водных ресурсов опасных для здоровья населения загрязнителей, всё большую тревогу вызывают быстро нарастающие темпы хозяйственного освоения горной территории. Отсутствие должного контроля за процессом увеличения антропогенных нагрузок на горные экосистемы – путь к утрате хрупкого природного равновесия в зоне формирования водных ресурсов и быстрого ухудшения гидроэкологической ситуации в регионе.

Литература:

1. Белый А.В. Роль климатических факторов в процессах загрязнения и очищения атмосферы юго-западной части Алматинской области. Авторская кандидатская диссертация. – Алматы, 1997. – С. 22-25.
2. Годовые показатели выполненных объёмов работ по благоустройству и санитарной очистке ГУ ГРПП «Медеу» за период с 2002 по 2009 гг. – Алматы: ГУ ГРПП «Медеу», 2009. С. 1-2;
3. Естественнонаучное и технико-экономическое обоснование планировки Государственного природного парка «Медеу», том 1: Алматинский городской фонд охраны окружающей среды. – Алматы, ТОО «Экопроект», 2000. – 153 с.;
4. Информационный экологический бюллетень, 2000, «Экологическая обстановка в г. Алматы, с. 10-16;
5. Комплексная программа оздоровления экологической обстановки г. Алматы на 1999-2015 гг. «Таза ауа – жанга дауа». – Алматы: Алматинское городское управление по охране окружающей среды, 2002. – с. 1-11.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6, выпуск 18, КазССР, книга 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 524 с.;
7. Пузырёва А.А. Климатическое районирование Южного Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1975. – 267 с.

ЗООПЛАНКТОН И ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕК – ПРИТОКОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Алешина Д.Г., Родионова Н.В., Курашов Е.А.
Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург

Изучение планктонных сообществ имеет большое значение для понимания функционирования водных экосистем. Зоопланктон является надежным индикатором качества вод и играет важную роль в процессе самоочищения. В том числе для рек, где негативные последствия проявляются резче, чем на других типах водоемов [4]. Для характеристики экологического состояния водных экосистем в основном используют структурные характеристики в силу методической доступности их получения [1]. Полученные оценки важны для понимания особенностей гидрографической сети бассейна Ладожского озера, качества водной среды и состояния гидробиоценозов.

Начиная с 60-х гг. XX в. проводились комплексные исследования озерно-речных систем северной части бассейна Ладожского озера. В 1990-1997 гг. обстоятельно исследованы наиболее крупные озерно-речные системы Карелии [8]. Отдельные отрывочные сведения есть по рекам Ленинградской области [4].

В данной работе приводятся результаты единовременного исследования зоопланктона и физико-химические характеристики рек – притоков Ладожского озера. Исследования проводили в мае 2011 г. На каждой из рек (табл.1) были выбраны по 1 станции в их нижнем течении. Основные мониторинговые показатели в исследованных реках определяли при помощи многопараметрического автоматического зонда YSI 6600D (YSI Incorporated, США) непосредственно во время отбора проб зоопланктона в поверхностном горизонте воды. Всего было отобрано и зафиксировано 19 проб. Пробы зоопланктона отбирали путем проливания 100 л воды через сеть Апштейна и фиксировали 40%-м формалином (до разбавления 4,0%) [7]. Определение осуществлялось по определителям [5]. При обработке материала применялись стандартные методики [3]. При подсчете количественных показателей использовались формулы [2].

Общими чертами химического состава воды рек являются невысокая минерализация, гидрокарбонатно-кальциевый состав, превышение сульфатных ионов над хлоридными. Минерализация воды в большинстве рек не превышает 50-60 мг/л, однако может превышать 100 мг/л в притоках южной части озера (табл. 1). Заболоченность и облесенность ладожского водосбора, недостаток тепла, замедленная минерализация органических веществ обуславливают высокую цветность воды рек и широкий диапазон концентрации органических веществ [6]. Основные физико-химические показатели и концентрация хлорофилла в изученных притоках Ладожского озера представлены в таблице 1.

В сообществе зоопланктона исследованной части бассейна Ладоги выявлено 48 видов. Из них *Rotatoria* – 17, *Cladocera* – 16, *Copepoda* – 15. Количественные показатели и соотношение основных групп зоопланктона притоков Ладожского озера представлены в таблице 2.

Таблица 1.

Основные физико-химические показатели и концентрация хлорофилла в изученных притоках Ладожского озера

Река	T	E	TDS	O ₂ I	O ₂ II	pH	Eh	NH ₄	NO ₃	Cl	NTU	Chl
Назия	19,0	0,151	0,111	-	-	7,23	99	0,14	1,47	5,22	6,3	15,4
	5,9	0,103	0,106	111	13,8	7,35	71	1,72	-	9,60	7,2	16,9
Лава	18,5	0,244	0,181	-	-	7,46	112	0,05	3,13	8,52	4,6	20,7
	5,7	0,149	0,154	115	14,5	7,53	95	1,50	-	10,59	4,3	24,2
Волхов	18,4	0,123	0,092	-	-	7,18	135	0,08	2,21	14,40	8,1	11,1
	6,0	0,130	0,132	108	13,5	7,30	129	1,46	-	17,55	11,7	12,9
Сясь	18,6	0,148	0,110	-	-	7,24	113	0,10	1,85	5,17	4,0	13,2
	5,4	0,069	0,072	109	13,8	7,24	96	1,96	-	7,40	4,7	14,7
Паша	17,7	0,067	0,050	-	-	6,92	121	0,04	1,01	1,26	3,1	10,4
	5,5	0,037	0,039	107	13,5	6,94	80	0,90	-	3,86	5,1	10,8
Оять	18,4	0,050	0,037	-	-	6,77	117	0,05	0,55	1,04	4,1	9,3
	5,1	0,025	0,026	108	13,7	6,89	127	0,87	-	2,98	5,4	10,3
Свирь	13,6	0,054	0,045	-	-	6,79	90	0,04	0,60	-	2,6	4,6
	5,5	0,031	0,033	108	13,6	7,01	124	0,82	-	3,46	4,2	7,4
Олонк а	18,9	0,048	0,036	-	-	6,73	115	0,06	0,98	-	3,3	9,3
	5,3	0,036	0,037	102	13,0	6,79	140	1,01	-	2,39	5,8	12,3
Тулокса	17,5	0,024	0,018	-	-	6,43	140	0,04	0,47	-	1,2	11,1
	5,3	0,020	0,020	103	13,0	6,60	147	0,63	-	0,81	1,8	12,0
Тулема	15,1	0,021	0,017	-	-	6,48	141	0,02	0,45	-	0,0	9,9
	5,6	0,019	0,020	111	14,0	6,67	147	0,60	-	0,79	0,2	12,9
Уксу н	14,2	0,018	0,015	-	-	6,21	161	0,04	0,21	-	0,0	8,5
	5,6	0,017	0,017	113	14,2	6,56	161	0,73	-	0,62	0,1	10,4
Янис	11,6	0,028	0,025	-	-	6,86	119	0,03	0,81	-	1,2	1,2
	6,3	0,026	0,026	98	12,1	7,13	148	0,72	-	1,85	2,0	5,4
Тохма	12,5	0,052	0,044	-	-	6,91	108	0,05	0,66	-	17,0	10,1
	5,0	0,048	0,050	106	13,5	7,16	116	1,53	-	2,82	15,7	11
Ийокк и	11,6	0,031	0,027	-	-	6,64	113	0,08	0,37	-	11,0	8,9
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	-	-
Коккол анйоки	13,6	0,060	0,050	-	-	6,89	130	0,10	0,55	-	18,4	4,2
	6,3	0,052	0,053	95	11,8	7,12	137	1,04	-	2,39	21,3	7,6
Вуокса	16,2	0,057	0,044	-	-	7,10	121	0,09	0,76	-	1,0	8,3
	7,1	0,041	0,040	88	10,6	7,19	166	0,92	-	2,27	1,9	6,9
Бурная	13,1	0,054	0,045	-	-	7,07	119	0,09	1,02	-	1,8	42,2
	7,8	0,049	0,047	91	10,8	7,24	144	0,66	-	2,59	1,7	4,4
Авлога	13,0	0,119	0,100	-	-	7,06	75	0,15	2,46	-	10,3	1,9
	5,6	0,109	0,112	82	10,4	7,04	84	2,62	-	12,22	13,8	8,65
Морье	13,5	0,039	0,033	-	-	6,67	117	0,05	0,91	-	6,2	14,9
	5,2	0,036	0,038	82	10,4	6,65	145	1,18	-	3,81	5,1	14,5

Примечание: Средние значения (медиана) температуры (T, °C), электропроводности (E, мС см⁻¹), общей минерализации (TDS, г л⁻¹), концентрации кислорода (O₂ I, %; O₂ II, мг л⁻¹), pH, окислительно-восстановительного потенциала (Eh, мВ), концентрации аммонийного азота (NH₄, мг л⁻¹), концентрации нитратного азота (NO₃, мг л⁻¹), концентрации хлоридов (Cl, мг л⁻¹), мутности (NTU, EM), концентрации хлорофилла (Chl, мкг л⁻¹) над чертой – 31/05-02/06/2011г.; под чертой – 24-26/10/2011г.; «-» – параметр не определялся.

Таблица 2.

Численность (N), биомасса (B), число таксонов и доля основных групп зоопланктона в притоках Ладожского озера

Река	N, экз/м ³	Доля, % (число таксонов группы)			B, мг/м ³	Доля, % (число таксонов группы)		
		<i>ROTIFERA</i>	<i>CLADOCERA</i>	<i>COPEPODA</i>		<i>ROTIFERA</i>	<i>CLADOCERA</i>	<i>COPEPODA</i>
Бурная	1176	42,4 (6)	15,3(2)	42,4(3)	1,28	87,2	7,4	5,5
Вуокса	5713	69,8(8)	11,4(6)	16,1(5)	190	93,8	3,3	2,9
Морье	558	16,1(2)	30,4(6)	53,6(2)	4,82	50,4	38,3	11,3
Паша	1057	-	1,9(2)	98,1(1)	4	63,7	-	36,3
Волхов	838	60,7(2)	-	39,3(1)	0,16	69	-	31
Свирь	1027	97,1(1)	-	2,9(3)	1,55	35,2	-	64,8
Янис	110	-	90,9(1)	9,1(3)	1,6	-	99	1
Видлица	708	-	1,4(1)	98,6(1)	7,37	-	1,5	98,5
Назия	419	7,1(1)	2,4(1)	90,5(2)	3,04	1,4	3,6	95
Олонка	2054	-	51(6)	49(2)	11,56	-	92,1	7,9
Тохма	509	-	-	100(1)	0,02	-	-	100
Кокколан- йоки	518	-	1,9(1)	24,1(1)	0,08	-	98,1	75,9
Сясь	15034	26,5(3)	72,9(2)	0,5(1)	86,16	7,1	92,9	0,1
Тулема	518	-	-	100(1)	0,37	-	-	100
Лава	110	-	-	100(2)	0,12	-	-	100
Ууксун	140	-	-	100(1)	0,3	-	-	100
Оять	2004	-	-	100(2)	137,67	-	-	100
Иййоки	209	14,3(2)	-	85,7(1)	7,48	1	-	99
Авлога	9551	14,2(6)	2,3(2)	83,5(1)	13,98	42,3	15,8	42

«-» – группа отсутствует

Наибольшее видовое богатство свойственно крупным рекам Вуоксе (22 вида) и Бурной (20 видов). Меньшим разнообразием характеризуются Морье (11 видов), Авлога (10 видов) и Назия (10 видов). В видовом отношении наиболее беден зоопланктон рек Янис, Тулема, Ууксун, Кокколанйоки, Тохма (по 2 вида). 8 из 19 рек с преобладающим числом таксонов ветвистоусых рачков. Количественные показатели развития зоопланктона рек бассейна Ладожского озера сильно различаются и варьируют от минимальных в реках Тохма (0,02 мг/м³), Ууксун (0,03 мг/м³), Кокколанйоки (0,08 мг/м³), повышаясь в реках Сясь (86,16 мг/м³), Оять (137,67 мг/м³) (табл. 2). Наибольшие количественные показатели характерны для крупных рек (Сясь, Оять, Вуокса, Бурная, Свирь, Паша). По биомассе можно охарактеризовать планктон большинства рек как рачковый (до 100%), с преобладанием копепод (табл. 2).

В целом количественные показатели зоопланктонного сообщества притоков в мае 2011 г. были невысоки, что является нормальным для лотических сообществ в это время года.

Литература:

1. Андронникова И.Н. Использование структурно-функциональных показателей зоопланктона в системе мониторинга // Гидробиологические исследования морских и пресных вод. – Л.: Наука, 1988. – С.47-53.
2. Балущкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. – Л. 1979. – С.58-79.
3. Киселев И.Л. Методы исследования планктона// Жизнь пресных вод СССР. Т. 4, ч. 1. – М., Л., 1956. – С.183-265.
4. Макарецва Е.С. Состав и продуктивность зоопланктона Вуоксы// Состояние биоценозов озерно-речной системы Вуоксы. – СПб.: ВВМ, 2004. – С. 4-11.
5. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.1. Зоопланктон / Под. ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.
6. Расплетина Г.Ф., Кулиш Т.П., Петрова Т.Н. Гидрохимическая характеристика рек – притоков Ладожского озера и р. Невы // Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов. – СПб.: Изд-во «Лемма», 2006. – С. 11-17.
7. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Наука, 1992. – 318 с.
8. Рыжков Л.П. Озера бассейна северной Ладоги. – Петрозаводск: Издательство Петрозаводского университета, 1999. – 204 с.

РОДНИКИ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Труфанов А.И., Тулякова К.А.

Вологодский государственный технический университет, г. Вологда

*Родники, вы мои родники,
Свет небесный, сиренево – синий.
Если будут звенеть родники,
Будет биться и сердце России.*

Из песни

Родниками или источниками, ключами называют сосредоточенный естественный выход подземных вод на дневную поверхность. Прежде чем выйти на дневную поверхность подземные воды, фильтруясь, проходят через поры различных горных пород, поэтому родниковая вода, как правило, отличается прозрачностью, свежестью и особым вкусом. Благодаря естественной фильтрации она полностью сохраняет свои природные качества, структуру и свойства. Последние годы, когда поверхностные воды часто загрязнены и не пригодны для питья, родники все больше привлекают внимание как источники питьевой воды.

*Вода реки ему горька,
Он несет издалека
Ведро воды из родника.
Леонид Мартынов*

Родники как природные объекты имеют важное экологическое, эстетическое, рекреационное и историко-культурное значение. Кроме того родники являются неотъемлемой частью ландшафта и украшают его. Все это дает основание ставить вопрос о придании некоторым родникам статуса памятников природного наследия.

Происхождение родников, их химический состав и экологическое состояние определяются, прежде всего, геологическим строением и гидрогеологическими условиями региона. В гидрогеологическом отношении рассматриваемая территория расположена в центральной части Московского артезианского бассейна, начало изучения подземных вод которой положено исследованиями грязовецких железистых источников (рис. 1), использовавшихся для лечебных целей с конца 19 века.

Подземные воды региона приурочены к четвертичным, неоген-палеогеновым, юрским, триасовым и верхнепермским отложениям. В четвертичных отложениях они содержатся в аллювиальных, флювиогляциальных, озерноледниковых и гляциальных образованиях. Среди четвертичных отложений, которые развиты по всей площади рассматриваемой территории, преобладают суглинки и глины. Водоносные горизонты, приуроченные к ним, имеют островной характер распространения, а водообильность их изменчива. По данным В.П. Гея, Н.Г. Бителевой и др. (1985) наиболее водообильными являются флювиогляциальные отложения, распространенные на Вологодско-Грязовецкой и Авнижской возвышенностях и по долинам некоторых рек. Родники этих районов дренируют, главным образом, четвертичные отложения.

По характеру выхода подземных вод на дневную поверхность ключи делятся на нисходящие и восходящие. Выходы первых часто встречаются на присклоновых участках и склонах, где вода просачивается из водоносных пород и устремляется вниз в виде ручья. Восходящие родники представляют собой ключи, бьющие снизу вверх, образуя чашу с водой, на дне которой можно видеть подземные фонтанчики-грифоны. Родники, разгрузка которых происходит по долинам рек (например, по Леже, Шингарю, Тошне) имеют напорный характер – восходящие родники.

На рассматриваемой территории было выявлено картографически, проведением полевых исследований и по материалам среднемасштабной государственной геологической съемки более 80 родников. Выходы родников (ключи) наблюдаются по долинам рек и оврагов, прорезающих равнину, а также большое количество родников отмечается на периферии распространения флювиогляциальных отложений, например, на юго-за-



Рис.1. Источник с железистыми водами близ г.Грязовца (Корнильво-Комельский источник)

падном склоне Авнижской возвышенности. Дебит родников колеблется от 0,0л до 5,3 л/с. Есть и уникальные в этом отношении родники с исключительно высоким дебитом, как, например, родник у д. Никола-Пенье, дебит которого составляет 22,5 л/с.

Качественный состав родниковых вод не очень разнообразен, так как родники дренируют главным образом водоносные горизонты четвертичной толщи горных пород. Наибольшее распространение получили воды гидрокарбонатного кальциевого или магниево-кальциевого состава с минерализацией до 0,6-0,7 г/л. Лишь в родниковых водах, дренирующих межморенные водоносные горизонты, где на их формирование иногда влияет подток вод из нижележащих водоносных горизонтов дочетвертичного возраста, наблюдается повышенное содержание сульфат-иона и тогда минерализация родниковой воды увеличивается до 1,13-1,36 г/л (ключи под д. Смыково и Шеломово). В некоторых родниках к северу и югу от г. Грязовца наблюдается спонтанное выделение газа. По данным [2] состав спонтанного газа этих родников – азотный, содержание N_2 – 80,7-97,6%, инертных газов – 0,948-1,046%, O_2 – 12,0-17,0%, CO_2 – 0,2-4,1%. В связи с очень низким содержанием в составе биогенного азота, газ относится к азотным четвертичным газам приповерхностной циркуляции.

Родниковые воды, дренирующие четвертичные отложения, формируются в процессе длительного выщелачивания горных пород атмосферными водами в условиях влажного климата. Это приводит к почти полному удалению легко растворимых солей и выщелачиванию мало растворимых. В районах поднятий (например, Дьяконовского), где дочетвертичные породы триаса и перми попадают в зону выщелачивания и хорошей промытости формируются пресные гидрокарбонатные кальциевые или магниево-кальциевые воды. На остальной территории к водам выщелачивания можно отнести воды нижнетриасовых отложений. Однако в формировании химического состава этих вод с глубиной увеличивается значение подтока сульфатных вод из нижележащих верхнепермских отложений, чем и объясняется появление в некоторых родниковых водах повышенное содержание сульфат-иона.

По характеру использования родниковые воды можно разделить на питьевые, лечебные и рекреационные. Многие родники в окрестностях г.Вологды широко известны и в последние годы используются, как источники *питьевой воды* и даже освящены. Как наиболее посещаемый можно отметить родник в правом борту долины р. Тошни, что у д. Юрьево, выше моста по дороге на ст.Дикая. Родник каптирован бетонным кольцом. Вода из каптажа течет по металлической трубе и далее в р. Тошню. Вода пресная гидрокарбонат-



Рис. 3. Родничок у д. Голубково

ная, имеющая высокую временную жесткость.

Любителям лыжных прогулок в южном направлении от г.Вологды хорошо известен «Родничок» у д. Голубково близ трассы газопровода Вологда-Грязовец (рис.3). Родник обустроен и силами энтузиастов поддерживается в хорошем состоянии круглый год. Родник освящен. Химический состав воды, выраженный формулой М.Г. Курлова, имеет вид:

$$M_{0,31} \frac{HCO_3 88Cl6SO_4 6}{Ca83Mg11Na5K1} \text{ рН } 7,6.$$

Общая жесткость воды 4,9. В пределах допустимых концентраций в воде присутствуют микрокомпоненты – Fe, B, Zn, Sr. Близки по составу воды родников выходящие у д.д. Болтино и Бурцево в правом борту р. Шограш. Воды этих источников используются местным населением и дачниками.

Как *лечебные родниковые воды* использовались при высоком содержании в них железа. Наиболее известными в этом отношении являются Корнильевские источники. Источники железистой воды были открыты в 1765 г. ссыльным генерал-майором И.С. Хорватом. Хотя известно, что ориентиром при выборе места для будущего Комельского монастыря в 1497 г. преподобному Корнилию послужили именно источники на р.р. Нурме и Талице. Нуромские ключи, расположенные в 250-300 м вверх по р. Нуроме от устья р. Талицы, бьют тремя грифонами. Один из них расположен на правом берегу реки и каптирован деревянным срубом круглого сечения. Вода в нем на 3 метра выше уровня воды в реке. Дебит порядка 3,0 л/с. Температура воды 6°С. Вода прозрачная, бесцветная без запаха, гидрокарбонатная магниево-кальциевая с минерализацией около 0,7 г/л.

Талицкие ключи расположены в 700 м от устья р. Талицы на правом берегу реки. В настоящее время источники закрыты деревянным срубом, из которого выведена труба. По которой железистые воды, изливаясь, образуют ручей, впадающий в речку. На дне и бортах ручья обилие охристого железистого осадка. Суммарный дебит талицких ключей около 4 л/с. Вода прозрачная, бесцветная, без запаха, с терпким железистым вкусом. Температура воды 5-6°С. Один из естественных (не каптированных) выходов родниковых вод газирован. Дебит газа составил 2,0-2,5 л/с (Белов, 1935). Состав газа по данным лаборатории ЦНИГРИ азотный (97,6%) с присутствием сероводорода (0,8%), метана (1,4%) и углекислого газа (0,2%). По результатам полевых исследований воды одним из авторов статьи содержание сероводорода составило 4,0 мг/л. Железа – 8,0 мг/л.

Активное использование минеральных вод началось лишь в конце 19 века. Численность больных, посещавших источник, достигала 500 человек. Для лечения железистыми водами в Корнильевский монастырь приезжали люди не только из Вологды и ее окрестностей, но и из Ярославля, Костромы, Казани, Уфы, Петрозаводска, Петербурга, Москвы и других городов. В 1884 г. под «ванное заведение» была оборудована одна из деревянных часовен вне стен

монастыря. Успешно излечивались кожные и гинекологические заболевания, анемия и заболевания опорно-двигательной системы. Курорт в Корнильево просуществовал до 1935 года. С упразднением Вологодской губернии и включением в её состав Северного края курорт прекратил свое существование.

Кроме Корнильевских источников большой известностью пользуется родник с железистыми водами, расположенный в долине р. Мясниковки близ д. Девять изб (5-6 км севернее г. Грязовца) (рис. 4). Источник каптирован в тридцатые годы прошлого столетия деревянным срубом круглого сечения. Температура воды 5-6°C. Вода прозрачная, бесцветная с терпким освежающим вкусом. Состав воды гидрокарбонатный магниево-кальциевый, с незначительным содержанием сульфат-иона до 5-6 мг/л, железа – 8,0 мг/л. Вода источника «Девять изб» считалась у жителей близ лежащих деревень целебной и до сих пор используется в качестве таковой без медицинского контроля.



Рис.4. Деревянный каптаж железистого источника «Девять изб»

Корнильевские источники и родник «Девять изб» дренируют водоносный горизонт среднечетвертичных озерных и озерно-ледниковых отложений. Повышенное содержание железа и наличие растворенного сероводорода в водах этого горизонта определяют их бальнеологические свойства. Родниковые воды источников, питаемых этим водоносным горизонтом, с давних пор рассматривались и изучались как минеральные. По многочисленным анализам разных авторов, а также по результатам анализов, проведенных одним из авторов непосредственно у источников установлено содержание в воде двухвалентного железа менее 10 мг/л, что не позволяет по современным требованиям ГОСТа отнести их к лечебным минеральным. По мнению авторов, причиной уменьшения содержания железа в водах этих источников является антагонизм сероводорода и двухвалентного железа, что приводит к связыванию последнего и образованию марказита, сажистые отложения которого в большом количестве фиксируются на водовыводящих трубах.

В Вологодском районе не менее известен железистый источник у д.Зуево в нижнем течении ручья Лумбовец, где до сих пор видны остатки когда-то построенной над источником часовни. Вода хлоридно-гидрокарбонатная с содержанием железа по результатам анализа непосредственно у источника – 12,7 мг/л. В прошлом родниковая вода использовалась в качестве лечебной, как местным населением, так и приезжими без медицинского контроля.

Самые высокие концентрации железа (до 28 мг/л) в родниковой воде близ пос. Лиминский на левом берегу р. Вологда. Вода источника гидрокарбонатная магниево-кальциевая с минерализацией 0,3 г/л.

На рассматриваемой территории выявлено лишь два источника с минерализацией воды более 1 г/л (родники у д.д. Смыково и Шеломово). Вода

источников сульфатная и гидрокарбонатно-сульфатная со смешанным катионным составом. Однако воду источников нельзя отнести к минеральной, так как в ней отсутствуют специфические компоненты, а общая минерализация менее 2 г/л.

Несмотря на большую популярность родниковой воды как питьевой необходимо помнить, что родниковые воды подвержены загрязнению. Как было отмечено, выше родники данного региона в большинстве своем дренируют не глубокозалегающие водоносные горизонты, в связи с чем, они сравнительно легко подвергаются загрязнению, особенно в пределах крупных населенных пунктов, близ промышленных предприятий и сельскохозяйственных объектов. Кроме того, химический состав особенно нисходящих родников подвержен сезонному колебанию и качество родниковой воды может ухудшаться в весенний период года. Родники чутко реагируют на любое антропогенное воздействие. Как гидрогеологические компоненты ландшафта, они могут быть важным элементом мониторинга окружающей среды.

Присутствие родника в природном комплексе, отнесенном к памятнику природы, усиливает эстетическую привлекательность, живописность, повышает рекреационное значение того или иного природного комплекса или памятника природы. Некоторые родники должны войти в разряд геологических памятников природы, особенно те, которые расположены в пределах ценных ландшафтных участков, имеющих природоохранное значение. Например, Корнильево-Комельский источник, имеющий историко-культурное значение и научную ценность, должен обладать статусом «памятника природы». Описанные выше железистые источники без сомнения и сейчас имеют важное экологическое и рекреационно-оздоровительное значение, ждут своего обустройства. И, наконец, родники являются прекрасными объектами экологического туризма. Под экологическим туризмом мы понимаем разновидность природного туризма, целью которого является экологическое просвещение и экологическое воспитание.



Рис. 5. Памятник геологического наследия «Дьяконовская поляна»

Литература:

1. Белов З.И. Газы минеральных источников Леденгского, Грязовецкого и некоторых других районов Северного края// Природные газы СССР. – М. 1935 г.
2. Гей В.П., Бителева Н.Г. и др. Геологическая и гидрогеологическая карты СССР масштаба 1:200000. Пояснительная записка. – М.; 1985. – 126 с.
3. Швец В.М., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Родники Москвы. – М.: Научный мир, 2002. 160 с.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЭКОЛОГИЯ

БИОДЕСТРУКЦИЯ ПРИРОДНОГО КАМНЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Власов Д.Ю. СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Разрушение природного камня – глобальный биосферный процесс. Выветривание карбонатных и силикатных пород на протяжении тысячелетий приводило к изменению ландшафтов, образованию первичной почвы, формированию – литобионтных сообществ. В современных антропогенных ландшафтах архитектурные сооружения из природного камня занимают центральное место. Архитектурные памятники античности и средневековья оказались на территории многих современных городов.

Поверхность твердого неорганического субстрата в воздушной среде представляет собой совершенно особое местообитание для живых организмов. Это открытая система, подвергающаяся прямому воздействию климатических факторов и испытывающая на себе их изменения. Лимитирующими факторами развития микроорганизмов, попадающих на каменистый субстрат, могут быть следующие:

- резкие изменения и экстремальные значения температуры и влажности;
- высокий уровень инсоляции;
- состав атмосферных осадков (особенно в промышленно загрязненных районах);
- твердость, химическая инертность и однородность субстрата;
- дефицит источников питания для гетеротрофных организмов.

Важно учитывать, что перечисленные факторы, как правило, оказывают комплексное воздействие на живые организмы.

Условия окружающей среды чаще всего являются определяющими для освоения каменистого субстрата живыми организмами. Во многих случаях состав литобионтных сообществ определяется веществами, оседающими из атмосферы или попадающими на поверхность камня другими путями. В ненарушенных или малоизмененных экосистемах основными источниками поступления таких веществ могут выступать дождевая и грунтовая вода, почва и атмосфера, окружающая растительность, животный мир. Внешние условия определяют накопление на поверхности и в толще горных пород органических веществ различной химической природы: целлюлозы, пектина, крахмала, протеинов, органических компонентов спиртов, жиров, альдегидов и др. Все они могут быть утилизированы организмами гетеротрофного блока микробного сообщества, формирующегося на поверхности камня. Источником питания для микроскопических грибов могут также служить метаболиты или остатки водорослей, лишайников, бактерий и других литобионтных организмов. В техногенных экосистемах на поверхности каменистых материалов оседает немало токсических соединений. Однако, несмотря на жесткие условия существования, микробные сообще-

ства формируются практически на всех каменистых субстратах, находящихся в воздушной среде (Власов, Ростова, 2010).

Классификация литобионтных микроорганизмов в связи с особенностями их местообитаний была разработана в 80-е годы XX века (Friedmann, Ocampo-Friedmann, 1984) (таблица 1). По мнению авторов данной классификации, биологическая колонизация каменистого субстрата обычно зависит от определенных физических свойств материала. Такими свойствами могут являться цвет, прозрачность или пористость камня. Наличие в толще горных пород относительно крупных естественных полостей, а также трещин поверхностного слоя создает предпосылки для заселения субстрата криптоэндолитными и хазмоэндолитными организмами.

Таблица 1.

Классификация литобионтных микроорганизмов по типам местообитаний на каменистом субстрате (по Friedmann, Ocampo-Friedmann, 1984)

Экологические группы литобионтов (по типу местообитаний на камне)	Примеры встречаемости и ссылки	Микроорганизмы	
<u>Гиполитные</u> (под небольшими камнями, лежащими на поверхности почвы)	Горячие пустыни	Цианобактерии и зеленые водоросли.	
<u>Эндолитные</u> (внутри камня)	<u>Эуэндолитные</u> (в пространствах, частично или полностью созданных микроорганизмами, активно проникающих в толщу породы)	Водные местообитания Полупустыни и пустыни, высокогорья, тропики Поверхность зданий и памятников	Цианобактерии, зеленые, красные и бурые водоросли, грибы. Лишайники, синезеленые водоросли. Цианобактерии, мицелиальные и дрожжевые грибы.
	<u>Хазмоэндолитные</u> (в трещинах породы)	Полярные и жаркие пустыни и полупустыни, высокогорья	Цианобактерии, желто-зеленые и зеленые водоросли.
	<u>Криптоэндолитные</u> (в структурных пустотах пористых пород, обычно под поверхностной коркой)	Очень сухие полярные и жаркие пустыни	Цианобактерии и зеленые водоросли, лишайники, мицелиальные и дрожжеподобные грибы.
<u>Эпилитные</u> (на поверхности каменистого субстрата)	Водные местообитания Пещеры Пустынный лак Высокогорья	Различные группы водорослей Цианобактерии и зеленые водоросли. Дрожжеподобные грибы. Цианобактерии и зеленые водоросли.	

Согласно современным представлениям, микробиота неорганических каменистых субстратов представляет собой сложную систему, которая развивается различным образом в зависимости от климатических условий, поступле-

ния органических и минеральных веществ из атмосферы, физико-химических свойств материала. Микроорганизмы могут переносить неблагоприятное воздействие окружающей среды, благодаря способности смягчать микроэкологические условия своего местообитания для продолжения роста и развития. С одной стороны, это происходит за счет изменения свойств самого субстрата под воздействием литобионтов, с другой, – это связано с установлением тесных взаимосвязей между участниками литобионтного сообщества.

На каменистом субстрате обитают организмы с различными трофическими потребностями и типами метаболизма. Рассмотрим их подробнее.

Хемолитотрофные бактерии получают необходимую энергию для роста и развития в результате окисления восстановленных соединений серы и азота. Источником углерода для этих микроорганизмов служит углекислый газ. В процессе жизнедеятельности они выделяют во внешнюю среду неорганические кислоты, разрушающие природный и строительный камень. К этой группе относятся тионовые и нитрифицирующие бактерии, которые повсеместно встречаются на горных породах и каменистых строительных материалах.

Хемоорганотрофные бактерии получают необходимую для метаболизма энергию путем окисления доступных органических веществ, попадающих на камень из внешней среды. Они играют важную роль в процессах трансформации субстрата.

Фотоавтотрофные организмы, например, микроскопические зеленые водоросли и цианобактерии, часто рассматриваются в качестве пионеров заселения природного и искусственного камня на открытом воздухе. Известно, что водоросли способны активно выделять во внешнюю среду различные продукты метаболизма, включая аминокислоты, сахара, ростовые вещества, антибиотики. Эти вещества часто служат источниками питания для хемоорганотрофных бактерий и грибов.

Лишайники, представляющие собой симбиотическую систему организмов, прекрасно адаптированы к жизни на каменистых субстратах. Они активно развиваются на карбонатных и силикатных породах, бетоне, черепице и других материалах, способствуют аккумуляции влаги и органического вещества в поверхностном слое камня.

Наконец, микроскопические грибы (микромитцы) используют различные органические вещества в качестве источников энергии для роста и развития. Этот компонент микробиоты камня до последнего времени оставался наименее изученным. Благодаря высокой ферментативной активности и широкому адаптивному потенциалу, именно грибы способны играть ведущую роль в утилизации поверхностных загрязнений и оказывать при этом интенсивное воздействие на каменистый субстрат.

Перечисленные выше организмы формируют своеобразную систему, которую мы называем литобионтным сообществом. Под этим термином понимается совокупность взаимодействующих и функционально различающихся

организмов, развивающихся совместно на природном или искусственном камне и оказывающих на него определенное воздействие. На каменистых субстратах микробы могут существовать в огромных количествах, формируя сплошные биопленки на обширных участках поверхности. Биопленки на природном и искусственном камне состоят из клеток микроорганизмов (бактерии, микромицеты и водоросли), которые погружены в органический матрикс, образованный полимерными веществами: полисахаридами, липополисахаридами, протеинами, гликопротеинами, липидами, гликолипидами, жирными кислотами и ферментами. Он выполняет интегрирующую функцию, а также способствует адгезии – прикреплению к субстрату. Не все микроорганизмы, входящие в составе биопленок и оказывающие воздействие на поверхность камня, нуждаются в непосредственном контакте с каменистым субстратом. Образование биопленок начинается с изменения цвета поверхности субстрата, обусловленного накоплением органических пигментов (хлорофилла, меланинов, каратиноидов и других).

Окрашенные первичные биопленки можно подразделить на:

- темноокрашенные – за счет присутствия меланинов, меланоидов, продуктов деградации хлорофилла, железистых и марганцевых минералов;
- зеленые и зеленоватые – за счет фотосинтетических пигментов водорослей и цианобактерий;
- желто-оранжево-коричневые из-за присутствия каратинов, каратиноидов, продуктов распада хлорофилла, таких как фикобилипротеины;
- ярко-оранжевые, розовые и красноватые, обусловленные наличием пигментов хемоорганотрофных бактерий, а также продуктов деградации цианобактерий и водорослей.

Формирование первичных биопленок можно рассматривать как начальное биофизическое и биохимическое воздействие на поверхность минерального субстрата. При этом микробные сообщества часто ассоциируются с продуктами разрушения породы и пылевыми частицами, формируя своеобразный «биоминеральный» поверхностный слой.

Таким образом, минеральный каменистый субстрат, экспонирующийся в меняющихся условиях среды, вместе с совокупностью населяющих его организмов, формирующих структурированное сообщество, представляет собой своеобразную и сложно организованную систему, которую мы будем также называть литобионтной системой, подчеркивая взаимосвязь ее минеральной и биологической составляющих. Активность микроорганизмов из различных таксономических и экологических групп прямо или косвенно приводит к трансформации горных пород и искусственного камня. Это выражается в изменении физических параметров и химического состава, а также последовательном разрушении минерального субстрата.

К сожалению, разрушение камня в городской среде протекает значительно быстрее, чем в естественных условиях. Это происходит из-за особенностей городских экосистем, где влияние антропогенного фактора на природные

процессы выходят на первый план. Разрушение природного камня в городской среде обусловлено комплексным воздействием на материал физических, химических и биологических факторов, которые тесно взаимосвязаны. По этой причине изучением механизмов выветривания горных пород в антропогенной среде и поиском путей сохранения памятников из камня занимаются специалисты различных областей знаний (геологи, химики, биологи, физики и др.), которые стремятся объединить свои усилия и совместно с реставраторами и музейными работниками достичь прогресса в решении проблемы сохранения культурного наследия человечества.

Динамика деструктивных процессов определяется не только внешними воздействиями, но и свойствами породы. Одной из важных характеристик природного камня является его твердость (таблица 2). Известно, что силикатные породы, обладающие высокой твердостью, гораздо медленнее разрушаются в различных экологических условиях.

Таблица 2.

Классификация камня по твердости (по М.Б. Григоровичу, 1976)

Категория твердости	Название пород	Твердость по шкале Мооса
Твердые	Кварциты, граниты, диориты, хибиниты, габбро, амфиболиты	6-7
Средней твердости	Мраморы, доломиты, известняк плотный Путиловской плиты	3-5
Мягкие	Известняки, доломиты, шунгитовые и талько-хлоритовые сланцы, гипс, известковые туфы	2-3

Они проявляют более высокую устойчивость к воздействию биодеструкторов. В отличие от них, карбонатные породы в условиях городской среды уже после 20-30 лет экспонирования могут существенно разрушаться. При этом они подвержены разнообразным формам разрушения. Несмотря на это, природные мраморы и известняки, обладающие удивительными декоративными свойствами и легкостью обработки, на протяжении веков и тысячелетий широко использовались для создания скульптур и архитектурных сооружений. Классификация горных пород по их долговечности отражена в таблице 3.

До недавнего времени считалось, что развитию биодеструкции предшествует повреждение камня за счет воздействия абиотических факторов. Они подготавливают поверхность камня для его последующей биологической колонизации. Прежде всего, это затрагивает изменения структуры поверхности и появления незначительных пространств, где могут накапливаться и развиваться микроорганизмы. Однако исследования последних 10 лет показали, что поверхностные биопленки способны оказывать воздействие на каменистый материал уже в начальный период его экспонирования на открытом воздухе.

Долговечность декоративно-облицовочных камней
(по Б.В. Залесскому и Б.П. Беликову, 1948)

Категория долговечности	Название пород	Долговечность (теоретическая), лет		
		Начало разрушения	Угрожающее состояние	Окончательное разрушение
Весьма долговечные	Кварциты	650	Более 1500	Нет данных
Долговечные	Граниты, габбро, диабазы	220-350	650-1000	Более 1500
Средней долговечности	Белый мрамор, плотные известняки	75-150	200-400	1200
Пониженной долговечности	Цветные мраморы, пористый известняк, гипс	20-75	30-200	100-600

Микробиота камня может по-разному воздействовать на субстрат:

- существовать без заметного влияния на камень;
- изменять физические и (или) химические характеристики камня;
- изменять его стабильность;
- растворять цементирующий матрикс;
- менять эстетические свойства материала.

Процессы биогенного разрушения камня можно разделить на два типа по механизму воздействия на субстрат. К первому типу относятся процессы, обусловленные действием микробных метаболитов и сопровождающиеся, в основном, растворением субстрата. Наиболее заметное влияние на природный и строительный камень оказывают кислоты, которые способны продуцировать различные микроорганизмы. Интенсивное растворение карбонатных пород, а также строительного камня (прежде всего, бетона) происходит под влиянием неорганических кислот, продуцируемых хемолитотрофными бактериями. Так, тионовые и нитрифицирующие бактерии в процессе жизнедеятельности образуют серную и азотную кислоту, вызывая биокоррозию субстрата.

Биогенные органические кислоты, формирующиеся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов, играют заметную роль в трансформации каменистого субстрата. Эти кислоты способны извлекать катионы Ca, Al, Si, Fe, Mn, Mg из минералов, формируя стабильные металлорганические комплексы, или хелаты. Органические кислоты оказывают избирательное воздействие на ионы металлов, содержащиеся в каменистом субстрате. Например, такие кислоты как пропионовая или молочная, способствуют мобилизации ионов Ca и K, тогда как оказывают слабое влияние на ионы Al, Mn, Si, Fe. В то же время щавелевая, кремневая и лимонная кислоты гораздо более активны в отношении ионов Al, причем максимальное влияние на мобилизацию алюминия оказывает лимонная кислота. В литобионтном микробном сообществе микроскопические грибы являются основ-

ными продуцентами органических кислот. Глюконовая, лимонная и щавелевая кислоты продуцируются грибами наиболее часто. Интересно отметить, что разрушающей способностью обладают не только грибы, которые были изолированы с разрушающихся каменистых субстратов, но и микромицеты, изолированные из почвы или ризосферы растений. Так, было показано, что два вида аспергиллов *Aspergillus tubingensis* и *Aspergillus niger*, изолированные из ризосферы и почвы, обладают способностью к интенсивному растворению горных пород, содержащих фосфаты.

Активное химическое воздействие на камень может приводить к локальному «питтингу» (ямчатость), проявляющемуся в образовании отчетливых углублений, преимущественно, цилиндрической формы, а также осыпанию поверхности. Эти формы разрушений наиболее характерны для карбонатных пород и встречаются на многих памятниках культурного наследия, экспонирующихся в антропогенной среде.

Щавелевая кислота – наиболее опасна для камня. Она обладает максимально широким спектром действия на поливалентные катионы и инициирует кристаллизационные процессы на поверхности карбонатного субстрата. Образование патины, обогащенной оксалатами кальция, представляет собой один из важных механизмов разрушения камня. Такая патина была обнаружена на многих исторических памятниках Рима. Она также встречается на каменных памятниках в других странах, а также может быть обнаружена на мраморе и известняке в природных условиях. В настоящее время имеется ряд убедительных доказательств, что образование оксалатной патины имеет биогенное происхождение. Экспериментально было показано, что присутствие на поверхности карбонатных пород оксалатов обусловлено развитием здесь гетеротрофных организмов (бактерий и грибов), а также лишайников.

Ко второму типу процессов биогенного разрушения камня относятся явления, обусловленные механическим или физическим воздействием биодеструкторов на каменистый субстрат. Механическое влияние может осуществляться в сочетании с химическим воздействием или независимо от него. Некоторые литобионтные грибы, обладающие низкой биохимической активностью, тем не менее, способны проникать в камень на значительную глубину. Они обладают относительно низкой скоростью роста и экономичным метаболизмом.

Основной предпосылкой для механического воздействия на каменистый субстрат является способность микроорганизмов, в том числе грибов, проникать в структурные пространства поверхностного слоя камня, что приводит к разобщенности и потере элементов породы. Микробные сообщества могут оказывать глубокое механическое воздействие на структуру минерального материала, благодаря:

– значительному сжатию и расширению биологического материала (клеток и внеклеточных полисахаридов) на поверхности и в порах камня в зависимости от увлажнения;

- изменению общего режима влажности (циркуляции влаги) в материале за счет заполнения его пор биомассой живых микроорганизмов;
- ускорению накопления атмосферных загрязнителей благодаря пленке из микроорганизмов на поверхности камня;
- изменению окраски материала за счет пигментов микроорганизмов.

Накопление биомассы микробного сообщества, а также органических и минеральных веществ различного происхождения приводит к возрастанию сложности полимикробной системы. Она может обхватывать не только поверхность, но и толщу породы. Таким образом, микробное поражение каменистого материала углубляет и ускоряет процесс выветривания, что выражается в осыпании поверхностного слоя камня, формировании углублений (неоднородной поверхности) или поверхностных отложений (корок).

В целом, понимание механизмов деструкции каменистого субстрата при участии организмов литобионтного сообщества возможно только на основе взаимосвязанного исследования физико-химических и биологических процессов, протекающих в поверхностном слое камня, а также знания основных экологических требований биодеструкторов. Комплексные исследования процессов повреждения камня в антропогенной среде должны стать основой для научно обоснованной системы мер, направленных на защиту каменных сооружений от разрушения.

Литература:

1. Григорович М.Б. Оценка месторождений облицовочного камня при поисках и разведке. – М.: Недра, 1976. – 160 с.
2. Залесский Б.В., Беликов Б.П. Физико-механические исследования и опыт определения долговечности главнейших типов облицовочных камней из месторождений СССР // Тр. ИГЕМ АН СССР. 1948, вып. 89. – С. 21-29.
3. Friedmann E.I., Ocampo-Friedmann R. Endolytic microorganisms in extreme dry environment: Analysis of lithobiotic microbial habitat // Current perspectives in microbial ecology. Washington. 1984. – P. 177-185.
4. Власов Д.Ю., Ростова Н.С. Сравнительный анализ микобиот природных и искусственных каменистых субстратов // Вестник СПбГУ. Сер. 3, 2010, вып. 1. – С. 22-35.

ECOLOGICAL DIAGNOSTICS OF URBAN AREAS

Geddis E.V., Sprakcentrum, Stockholm, Sweden

Nesterov E.M., Herzen State University of Russia, St.-Petersburg

With diagnostics of the geosystems it is possible to estimate a condition of an environment and a degree of technogenic loading in the environment. Coastal industrial cities have a big impact on geosystems. Studying “city- waterbodies”-systems is important for complex ecology-geochemical research of urban areas. During our research it was confirmed that the influence of different technogenic objects of a coastal zone (a city, settlement, industrial sites etc.) causes accumulation

qualitatively similar geochemical associations. Generally qualitative and quantitative parameters of technogenic pollution of water objects in a greater degree depend on economic structure of a water basin, rather than on their morphology and hydrodynamic conditions.

The aim of this research is to compare sediment geochemistry of two waterbodies at the northern coast of the Gulf of Finland. They have different origins and histories. Lahtinsky Rasliv had a connection with the Baltic sea during the Holocene. Sestroretsky Rasliv is man-made. The focus of this article are the geochemical events connected with the influence of Human evolution on natural history. The actual material for analytical research is collected during field seasons 2004-2010. Analytical has been done at the Laboratory of Environment Geochemistry named after A.E. Fersman which is part of Herzen State Pedagogical University of Russia. The samples were analyzed using X-Ray fluorescence method to assess concentration of Pb, Zn, Cu, Ni, Fe, Co, Mn, Cr, V, Ti, Sr and As.

Cluster analysis of the samples has allowed to determine that the strongest link is between Ni-Zn (Sestroretsky Rasliv) and Cr-Fe (Lahtinsky Rasliv). Negative values of correlation between Sr and other elements are typical for sediment samples of Lahtinsky Rasliv. Similar interrelation isn't observed in Sestroretsky Rasliv.

Results of the factorial analysis allow to allocate the following factors. The factor 1 has 45,5% (Sestroretsky Rasliv) and 73% (Lahtinsky Rasliv) total variance. For Sestroretsky Rasliv the factor 1 for Zn, Ni, Fe, Cr, V, and Ti is negative. For Lahtinsky Rasliv the factor 1 has the strongest link with Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Cr, V, and Ti; the factor 1 is negative for Sr. The factor 2 has 16% (Sestroretsky Rasliv) and 8% (Lahtinsky Rasliv) total variance. For Sestroretsky Rasliv the factor 2 has the strongest link with Pb, and Sr, the factor 2 is negative for Cu, and As. For Lahtinsky Rasliv the factor 2 has the strongest link with Mn, the factor 2 is negative for Pb.

As you can see on table, absolute concentrations of elements in most cases are similar with typical concentrations for water objects with a low and average degree of pollution.

During our research it was confirmed that the influence of different technogenic objects of a coastal zone (a city, settlement, industrial sites etc.) causes accumulation qualitatively similar geochemical associations into which structure practically always enter Pb, Zn, As, Cd, Ag, Cr, Sr. Generally qualitative and quantitative parameters of technogenic pollution of water objects in a greater degree depend on economic structure of a water basin, rather than on their morphology and hydrodynamic conditions.

There is a possibility of an estimation of degree of technogenic influence on the city environment through studying of geochemistry of ground adjournment.

Most strongly technogenic influence on an environment and the population is shown in large industrial cities which on intensity and the area of anomalies of

polluting substances represent technogenic geochemical provinces (Saet, Revich, 1990). One of such cities is St.-Petersburg.

In city boundaries the considerable quantity of sewage of industrial and household use which arrive in water objects in city boundaries and near to it is formed. Besides, the considerable quantity of polluting substances arrives with a superficial drain with city territories and with an atmospheric precipitation. Constant anthropogenous influence leads to the accelerated accumulation of polluting substances in ground adjournment (Perelman, Kasimov, 1999).

Ground adjournment are traditionally used as the indicator for revealing of structure, intensity and scale of technogenic pollution. Being a final link of local landscape interfaces on a chemical compound it is possible to allocate technogenic streams and to estimate degree of technogenic loading on a waterway. Especially brightly similar dependence is shown in pools of the small rivers (Yanin, 2002). Anthropogenous streams of dispersion in ground adjournment of water currents polielements, are presented by a wide set of heavy metals, and each source of pollution is characterized by the association of chemical elements-pollution different both a set of elements, and a parity of their concentration (Nesterov, Markov, Gildin, 2009). Proceeding from the above-stated there is actual a question on geochemical research of ground adjournment and the analysis of the received geochemical associations on an example of the river the Sink in Petersburg. Object of research is the small river passing through the centre of industrially-urbanized area. In total it has been selected more than 300 samples.

Measurements were made by x-ray method. The method allows to define the total maintenance of heavy metals Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, V, As, Sr and оксидов Fe₂O₃, MnO, TiO₂. As analytical base the laboratory of Geochemistry of environment ПГПИУ of a name of A.I.Herzen was used.

For convenience of creation картосхем the rectangular model of the river the Sink with preservation of scale of an arrangement of profiles and sampling points has been constructed. All картосхемы have been constructed by means of software Surfer Mapping System (Version 7.04).

On sediments to characteristics the river the Sink is characterized by the primary maintenance of silt-clay adjournment to 20-40 sm with a small amount of gravelshingly inclusions, 40-60 sm – sand, 60-90 sm – middling- and coarse-grained sand.

Difficulties of interpretation consisted in the following:

Absence of maximum permissible concentration for ground adjournment;

Absence of the data on background values for ground adjournment of the river the Sink;

Considering the received results on all investigated site from the point of view of anthropogenous pollution, it is possible to allocate some groups of elements:

– Pb and As with high factor of correlation both under the superficial data, and on a cut. Which behaviour it is possible to explain as follows;

– High value of concentration Pb and As in a layer And on a site of a profile №7 is connected with a hydrodynamic barrier in which quality the channel the Winter

flute and navigable movement on it, and the contribution of motor transport passing through the Singing bridge acts. Rather raised maintenance on this site in layers and In speaks about migration of these elements downwards on a cut;

– The relative increase in values of concentration to a profile №4 is caused: first, presence of a mechanical barrier (the Green and Red bridge); secondly, the contribution of a considerable quantity of exhaust gases of motor transport concentrated to this site.

– High correlation between lead and arsenic speaks about unity of a source of their receipt.

Elements as Zn, Ni, Cr, V, Fe, Mn, Ti, Sr, Co are observed high concentration both in a blanket, and on a cut that is caused by high anthropogenous influence on these sites (presumably automobile and navigable movement, or dump of sewage);

– On a cut the tendency to accumulation on these sites that speaks or about migration downwards elements on a cut, or about presence of a long-term source of pollution remains;

– Rather weak pollution on separate sites, probably, is caused by watercourse strengthening on this site owing to narrowing of a channel of the river.

Concentration Cu remains to a constant as on a cut so on all extent of the river the Sink that speaks or about a finding of a source of pollution above on a current, or is a natural geochemical background.

Concentration factors on each element for all object of research have been counted up and the geochemical association for the river the Sink is made. In connection with absence of background values the data on background values for soil of this region (Nesterov, Sukhorukov, Strzyz, 2009) was used.

Calculations of an indicator of Ms of % show that leading elements of geochemical association in ground adjournment of the river the Sink are Pb, Zn, As and Cr which intensively collect at technogenic influence. The general estimation shows that for the given object the average level of technogenic pollution and simultaneously moderate degree of sanitary-toxicological danger are characteristic.

Comparing the received results to maximum permissible concentration (maximum concentration limit) for soil, the high maintenance of the arsenic which maintenance on the average exceeds maximum concentration limit in 10 times is established. Rather high maintenances are characteristic also for zinc and lead (Pb-2,5 time, Zn-1,8 time). Value Cu, Ni, V and Mn (indications which above background, but there is less than maximum concentration limit) says about possibility of the further pollution of the river of the Sink these elements that also it is visible from table 1.

Speaking as a whole, the river the Sink is subject to rather low anthropogenous pollution. Places of the highest accumulation of elements are dated for sites of active influence of automobile and navigable movement, and also plum of sewage. But during too time, research on a small site of the river shows considerable enough migration of elements on a cut that the Sink can lead to secondary pollution of the river.

There is a necessity of carrying out of similar researches on other water objects of St.-Petersburg for qualitative and quantitative comparison of results. To adhere the data to industrial targets and to construct geochemical associations for these enterprises for the purpose of revealing of elements-indicators of pollution. To carry out long-term geochemical monitoring of adjournment, thus, to track migration of elements and degree of influence of concrete sources of pollution (Nesterov, Zarina, Mavopulo, 2009).

With diagnostics of water geosystems it is possible to estimate a condition of an environment and a degree of technogenic loading in the environment. Coastal industrial cities have a big impact on water geosystems. Studying “city- waterbodies” – systems is important for complex ecology-geochemical research of urban areas.

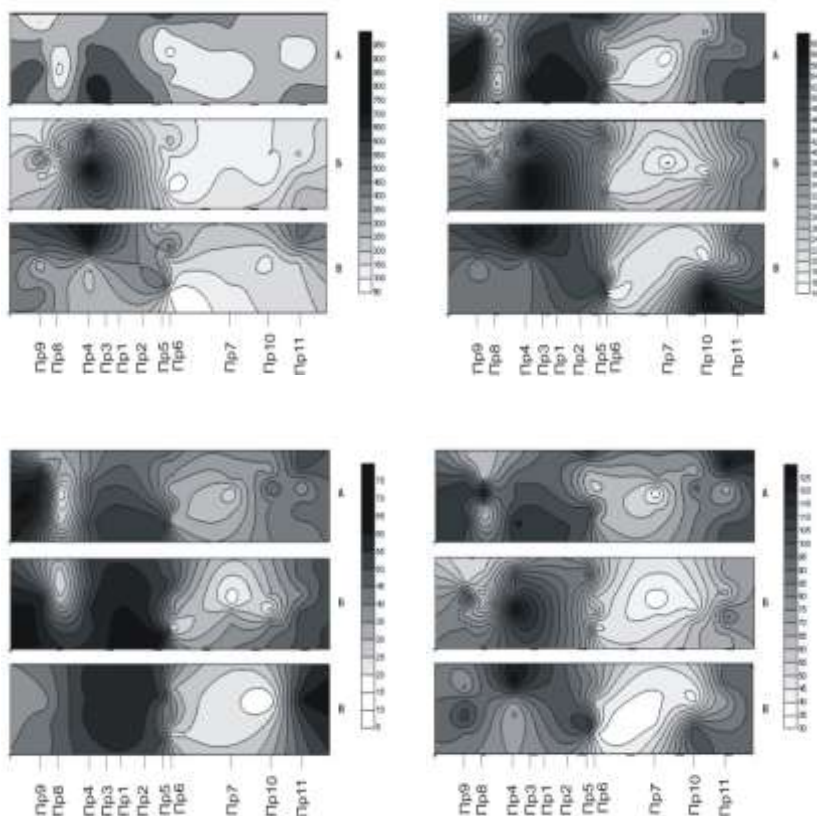


Fig. 1. Schematic maps of distributions of concentration zinc (mg/kg) (at the left in the top corner), vanadium (on the right in the top corner), nickel (at the left in the bottom corner), chrome (on the right in the bottom corner) in ground adjournment of the river the Sink

All this are geocological diagnostic characterized different components of the urban environment in the time of Holocen.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Reference:

1. Lundqvist Thomas. Precambrian geology of the Los-Hambra region, Central Sweden, with one map / Sveriges Geologiska Undersokning. Serie Ba. Oversitskartor med beskrivning. Nr 23. Stockholm, 1968.
2. Nesterov E., Markov V., Gildin S. Geochemistry of sediments of Inland Lakes of Valaam in Holocene: history of lake Ladoga // European Large Lakes. – Norrtalje, Sweden. 2009. Pp. 10-12.
3. Nesterov E., Sukhorukov V., Strzyz M. Rewitalizacja wybranych terenow miast europy wschodniej // Conference proceedings «Miasta XXI wieku nowe wyzwania I perspektywy rozwoju». – Izbicko, Poland, 2009. – Pp. 65-66.

4. Nesterov E.M., Druzhinina A.A., Stone and City – Metaphor or Reality and Human Environment// Geology and Evolutionary Geography. – St.-Petersburg, 2005. – Pp.37-42.
5. Nesterov E., Zarina L., Mavopulo P., 2009. Ekologiczne problemy obszarów zurbanizowanych. Przykład Petersburga // Współczesne procesy urbanizacji obszarów wiejskich, Kielceh. Pp. 98-116.
6. Perelman A.I., Kasimov N.S. geochemistry of a landscape: the Manual. The edition 3, the river and доп. – Moscow: «Астерия-2000», 1999. – 768 p.
7. Preservation of the environment, wildlife management and maintenance of ecological safety in St.-Petersburg in 2002. – SPb, 2003. – 468 p.
8. Saet J.E., Revich B.A., Janin E.P., etc. environment Geochemistry. – M: Bowels, 1990. – 335 p.
9. Yanin E.P. Technogenic geochemical associations in ground adjournment of the small rivers (structure, features, estimation methods). – M.: IMGRE, 2002. – 52 p.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИМОРСКОГО РАЙОНА

Бродов В.В., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

В настоящее время геохимические методы исследования начали активно привлекаться для решения задач геоэкологических исследований. С помощью геохимической индикации возможно ответить на ряд вопросов, среди которых состояние среды, окружающей крупные жилые массивы, степень ее загрязнения тяжелыми металлами, определение источников поступления этих элементов в сферу деятельности человека, характер воздействия человеческих агломераций на окружающую среду, а также эволюция антропогенной деятельности на поселении во времени.

Цель работы состоит в получении количественных геохимических характеристик зеленых насаждений Приморского района.

Основные задачи исследования:

- изучить имеющиеся в литературе данные;
- отобрать образцы листвы и произвести их геохимический анализ;
- построить геохимические карты;
- проанализировать результаты исследования и сделать соответствующие выводы об исследуемом участке.

Фактический материал и методы исследования. Объектом исследования являются зеленые насаждения общего пользования, пробы листвы которых были отобраны на всей территории Приморского района Санкт-Петербурга.

При выборе мест закладки точек отбора материала был использован принцип их систематического и пропорционального размещения на обследуемых объектах: точечных, линейных и площадных.

На территории Приморского района 180 точек были размещены в 7 садах, 1 парке, 24 скверах, на 6 бульварах и 51 улице.

При размещении точек на площадных объектах в первую очередь принималась во внимание их площадь. В зависимости от их величины все площадные объекты были поделены на три группы и на территории мел-

ких объектов закладывались по три точки отбора (равносторонний треугольник), на средних объектах – по пять точек (конверт) и в крупных парках точки мониторинга закладывались равномерно по всей территории.

Закладка точек пробоотбора в крупных садах и парках производилась с учетом их всесезонной доступности: преимущественно, поблизости от дорожек.

При закладке точек отбора материала на линейных объектах (бульварах и улицах) все объекты разбивались на равные части в зависимости от количества точек наблюдения, приходящихся на данный объект. Первая точка закладывалась посередине бульвара или улицы, а остальные равномерно распределялись на правых и левых плечах.

Таким образом, на территории Приморского района было размещено 180 точек отбора, доступных для повторных заборов проб в любой сезон года.

Для каждой точки исследования с использованием GPS – приемников и навигаторов были определены географические координаты в системах «широта – долгота» и в принятой в России системы координат «Пулково – 42». В принципе, это безразлично, так как системы управления базами данных каждой профессиональной геоинформационной системы предусматривает автоматический пересчет координат из одной системы в другую, включая самые сложные и редко встречающиеся на международном уровне.

Необходимо отметить, что равномерная и пропорциональная закладка точек отбора проб обеспечивает достоверное моделирование распределения веществ – загрязнителей по территории Приморского района и Санкт-Петербурга в целом с возможностью проведения изолиний содержания веществ – загрязнителей, как по отдельности, так и в суммарных показателях.

Отобранные пробы высушивали до воздушно-сухого состояния при температуре 105°С. Сухая проба была измельчена так, чтобы максимальный размер частиц не превышал 1 мм. Измельченная масса пробы обычно избыточна для рентгеновского анализа, поэтому для его проведения отбирался рабочий образец массой 15-25 г. С этой целью применяли квартование пробы. Этот прием заключается в следующем. Высушенную и измельченную пробу рассыпали на ровной поверхности в виде квадрата, толщиной слоя 2 мм. Квадрат делили диагоналями на четыре треугольника, причем содержимое одной пары противоположных треугольников объединяли вместе, образуя, таким образом, первый рабочий образец, а другую пару использовали в качестве второго рабочего образца (дубликата). Если полученный рабочий образец значительно превышал 25 г, то с ним вновь повторяли процедуру квартования. Затем рабочий образец дополнительно измельчали до пудры на оборудовании, не загрязняющем пробы. Для этого мелющие элементы оборудования не должны содержать определяемых элементов. Для истирания использовались ступка с пестиком, изготовленные из нефрита.

Подготовленная проба с помощью специального лабораторного пресса запрессовалась в таблетку, которая анализировалась на спектрометре «Спектроскан Макс».

В качестве методической основы была взята методика выполнения измерений массовой доли элементов в порошковых пробах листвы методом рентгенофлуоресцентного анализа. Эта методика позволяет измерять такие элементы, как, например, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb, Rb, Ba, La, Y, Zr, Nb, Na, As, K, P. В случае с Приморским районом исследовалось распределение таких элементов, как Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Ba. Распределение этих элементов отражено в картосхемах.

На основе данных, полученных посредством анализа проб на приборе «Спектроскан Макс», сотрудником кафедры геологии и геоэкологии Беляковым Тимофеем Викторовичем при помощи программного обеспечения ArcGIS 9 были построены картосхемы распределения показателей концентраций различных легких и тяжелых металлов, а также неметаллов, встречающихся в материале как летнего, так и осеннего периодов сбора.

Полученные в результате использования этой программы карты и их описание на предмет распространения зон различных количественных характеристик элементов в пробах листвы зеленых насаждений Приморского района, а также наличие корреляций между распределением элементов в зависимости от сезона, составляют основу данной работы. Описание карт производилось с выделением областей повышенного либо пониженного значения показателей каждого выявленного элемента. В общей сложности составлено и описано 34 карты для 17 элементов. Это вызвано тем, что исследуемый район подвергался пробоотбору в весенний и осенний периоды 2010 года.

Итоги работы. В качестве итога проделанной работы можно привести следующие выводы:

- Растения слабо усваивают многие тяжелые металлы – например, свинец – даже при их высоком содержании в почве из-за того, что они находятся в виде малорастворимых соединений.
- При увеличении содержания металлов в почве снижается ее общая биологическая активность, и это резко отражается на росте и развитии растений, причём разные растения реагируют на избыток металлов по-разному.
- В отношении некоторых элементов можно констатировать повышение концентрации ко времени осеннего пробоотбора, этот вывод можно сделать в отношении показателей серы, хлора, кальция, марганца, железа, стронция, никеля.
- В случае описания изменений содержания других веществ бросается в глаза обратный эффект, в данном случае речь идет о показателях концентрации калия, алюминия, брома, рубидия, меди.
- Часть элементов – фосфор, титан, барий, кремний, цинк – при более или менее однородном распределении по территории исследуемого района в образцах летнего пробоотбора продемонстрировали увеличение разрыва между верхними и нижними границами показателей содержания этих веществ в материале осени.

- В целом можно сказать, что большую антропогенную нагрузку испытывает северо-восточная и восточная части Приморского района. Это вызвано наличием заводских предприятий, а также автобусных парков в Коломягах (база пиломатериалов «Коломяги», автобусный парк №2), в районе Черной речки (Северный завод, технопарк «Ильич», ОАО «Третий парк» и т.д.).

Работа выполнена в рамках программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

ГИДРО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА РЕК БЕЛАРУСИ ИСКУССТВЕННЫМИ ВОДОЕМАМИ

Кирвель И.И.¹, Кукишинов М.С.²

¹Поморская Академия, г. Слупск, ²Научно-практический центр Минского городского управления МЧС Республики Беларусь, г. Минск, Р. Беларусь

Широкие масштабы гидротехнического строительства, развернутые во второй половине XX века, привели к тому, что в мире практически не осталось рек, которые бы в той или иной мере не испытали на себе вмешательства человека. Общий объем водохранилищ на рубеже XIX-XX веков составлял 15 км³, а в настоящее время он уже превышает 6600 км³, т.е. увеличился более чем в 400 раз [1]. Столь стремительный рост размеров регулирования речного стока обусловлен необходимостью решения многих водохозяйственных проблем, связанных главным образом с неравномерностью распределения стока по территории и в течение года. В этих условиях аккумуляция стока рек в прудах и водохранилищах представляет собой наиболее оптимальный путь обеспечения необходимым запасом воды.

Вместе с тем, несмотря на очевидную экономическую выгоду, целесообразность строительства водохранилищ многими учеными и проектировщиками ставится под сомнение, что обусловлено возможными негативными последствиями создания этих водных объектов. К числу последних следует отнести затопление продуктивных пойменных земель, повышение уровня грунтовых вод в прибрежной зоне водохранилищ и вызванное этим подтопление территорий, абразия берегов, изменение микроклимата, изменение гидрологического и руслового режима зарегулированных рек, трансформация растительного и животного мира, переселение людей из зон воздействия водохранилищ и т.д. [3]. Все это в целом свидетельствует о необходимости проведения тщательной оценки возможного воздействия на окружающую среду любого водохозяйственного строительства, включая создание искусственных водоемов.

Согласно последним данным на территории Беларуси насчитывается 153 водохранилища и около 1500 прудов. Для определения целесообразности дальнейшего увеличения числа искусственных водоемов, а также расчета схем водохозяйственного благоустройства территории необходима

количественная оценка существующей степени регулирования речного стока. Результаты расчетов зарегулированности стока водохранилищами и прудами для основных речных бассейнов Беларуси представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика зарегулированности стока полным объемом водохранилищ и прудов по речным бассейнам Беларуси

Характеристика	Бассейн реки					В целом по Беларуси
	Зап. Двина	Неман	Зап. Буг	Днепр	Припять	
Полный объем, млн. м ³	<u>1708.96</u>	<u>313.27</u>	<u>65.26</u>	<u>458.80</u>	<u>585.36</u>	<u>3131.65</u>
	34.39	86.97	40.03	129.72	263.29	560.4
Годовой объем стока (млн. м ³) обеспеченностью						
50%	13900	9000	3100	18900	13000	57900
95%	8600	7100	1700	12800	7000	37200
Относительная емкость водоемов (%) при стоке обеспеченностью						
50%	<u>12.3</u>	<u>3.4</u>	<u>2.1</u>	<u>2.5</u>	<u>4.5</u>	<u>5.4</u>
	0.2	0.9	1.2	0.6	2,0	1,0
95%	<u>19.8</u>	<u>4.4</u>	<u>3.8</u>	<u>3.6</u>	<u>8.4</u>	<u>8.4</u>
	0.4	1.2	2.3	1.0	3.8	1,5
Коэффициент уменьшения годового стока (%) обеспеченностью						
50%	<u>0.88</u>	<u>0.96</u>	<u>0,97</u>	<u>0.97</u>	<u>0.95</u>	<u>0.95</u>
	0.99	0.99	0,98	0,99	0.98	0.99
95%	<u>0.80</u>	<u>0.95</u>	<u>0.96</u>	<u>0.96</u>	<u>0.92</u>	<u>0.91</u>
	0.99	0.98	0.97	0.98	0.96	0.98

Примечание: в числителе – водохранилища; в знаменателе – пруды.

Как свидетельствуют приведенные в таблице данные, относительная емкость искусственных водоемов (отношение объема искусственных водоемов к общему объему стока реки) в средний по водности год составляет 6,4%, увеличиваясь в маловодный год 95%-ой обеспеченности до 9,9%.

Соответствующим критерием при регулировании речного стока должен стать объем экологического стока, который необходимо оставить для обеспечения безопасного и устойчивого функционирования водных и околоводных экосистем. Установлению параметров экологического стока должно предшествовать определение оптимальных условий, необходимых для развития растительных и животных сообществ на пойменных и примыкающих к ним землях; для нормального воспроизводства рыбных ресурсов; для создания условий незаилнения потоков в период летне-осенней межени и поддержания их санитарно-гигиенического благополучия. Согласно существующим нормативам охраны природы на поддержание санитарных расходов в реках республики необходимо оставить около 12 км³ воды [2]. В водохранилищах задерживается 3,1 км³, в прудах – 0,56 км³. Таким образом, учитывая низкую степень зарегулированности стока рек Беларуси, а так же

наличие свободных для этого запасов воды, фонд искусственных водоемов можно увеличить в 6 раз.

По полному объему водной массы и площади зеркала водохранилища Беларуси можно отнести к трем группам: малые (объем менее $0,001 \text{ км}^3$, площадь зеркала менее 3 км^2), небольшие (объем $0,01\text{--}0,1 \text{ км}^3$, площадь зеркала $3\text{--}25 \text{ км}^2$) и средние (объем $0,1\text{--}0,5 \text{ км}^3$, площадь $25\text{--}100 \text{ км}^2$). Из общего количества водохранилищ к категории малых относится – 77,1 %, небольшие составляют 18,3%, средние – 4,6%. Большая часть водохранилищ страны (92,4%) осуществляет сезонное регулирование речного стока (как правило, это средние и небольшие водохранилища). Малые водохранилища осуществляют преимущественно суточное, а также недельно-суточное регулирование. Исходя из этого, для исследований были выбраны по одному водохранилищу из каждой группы: Рачунское (объем 2,29 млн. м^3 , площадь зеркала – $1,5 \text{ км}^2$), Солигорское (объем 55,9 млн. м^3 , площадь зеркала $23,1 \text{ км}^2$) и Вилейское (объем 238 млн. м^3 , площадь $63,8 \text{ км}^2$). Отдельные исследования были выполнены также на ряде других водохранилищах страны: Волчковичском, Волма, Вяча, Петровичском. Исходными данными для анализа послужили материалы инструментальных наблюдений Республиканского Гидрометцентра Республики Беларусь за многолетний период (1958–2010 гг.), а также результаты собственных полевых исследований.

Регулирование стока рек искусственными водоемами оказывает существенное влияние на гидроэкологические условия развития и функционирования пойменных экосистем, что проявляется в изменении размеров и продолжительности затопления поймы рек ниже плотины. Для сравнительной оценки степени влияния водохранилищ на размеры затопления поймы зарегулированных рек нами предложен коэффициент емкости (K_n):

$$K_n = \frac{B_{\text{зар}}}{B_{\text{ест}}},$$

определяемый, как отношение средней ширины затопления поймы реки в зарегулированном состоянии $B_{\text{зар}}$ к средней ширине затопления поймы той же реки в естественном состоянии $B_{\text{ест}}$.

Оценка затопления поймы реки проведена на основе анализа максимальных уровней воды весеннего половодья. Ширина затопляемости поймы зарегулированных рек за периоды до и после создания водохранилищ определена по поперечным профилям русел рек в створах постов (являющихся составной частью технического дела поста). Установлено, что снижение максимальных расходов и уровней воды весеннего половодья в нижнем бьефе водохранилищ происходит лишь при достаточном коэффициенте емкости и своевременной предупредочной сработке водохранилищ. Расчеты показали, что в нижнем бьефе Вилейского водохранилища лишь 20 % поймы реки продолжает затопляться на незначительный срок, а на

расстоянии 134,2 км вниз по течению реки – на 60 % от той площади, что должна была наблюдаться в естественном состоянии (таблица 2).

Таблица 2.

Характеристика коэффициента поемности в нижнем бьефе Вилейского водохранилища

Расстояние до расчетного створа ниже плотины, км	$V_{\text{ест.}}$ (в метрах)	$V_{\text{зар.}}$ (в метрах)	$K_{\text{п}}$
4,2	310	65	0,20
53,2	448	110	0,25
134,2	210	130	0,61

В виду отсутствия влияния со стороны небольших и малых водохранилищ на максимальные уровни воды, в их нижнем бьефе размеры затопления речных пойм не изменились. Предложенный нами коэффициент поемности, при установлении соответственных связей с биопродуктивностью лугов, рыбозапасами и т.д., может стать надежным и важным критерием в оценке экологических последствий регулирования речного стока.

Наряду с размером затопления поймы, вторым важнейшим гидроэкологическим показателем, характеризующим экологическую значимость речных систем, является продолжительность ее затопления [4]. По наблюдениям ряда авторов, наиболее оптимальным сроком для влагозарядки лугов и минимальным для воспроизводства рыбы (нереста, инкубации икры, роста личинок) является продолжительность затопления поймы в течение 20–30 суток. Продолжительность затопления речной поймы в нижнем бьефе Вилейского водохранилища сократилась в среднем за многолетний период с 22 до 6 дней; Солигорского – сократилась с 31 до 19 дней (т.е. более чем в 1,5 раза), ниже плотины малых – не изменяется.

Изменения водного режима рек и обводненности территорий приводят к деградации пойменных экосистем и смене их на менее ценные в хозяйственном отношении экосистемы. При отсутствии ежегодного увлажнения и удобрения пойм водами половодья, богатый травостой заливных лугов постепенно изменяется и заменяется менее ценным в кормовом отношении разнотравьем. В дальнейшем наблюдается уменьшение рыбных запасов, для которых заливаемая в период половодья пойма является местом нереста и нагула молоди. По подсчетам некоторых авторов, на первых километрах от плотины наблюдается потеря от 75 до 95 % всей биологической массы реки, а на участке от 20 до 40 км – 40–60 % [5]. Ботанические исследования, проведенные нами в нижнем бьефе Вилейского водохранилища, выявили активно идущий процесс осуходоливания речной поймы, что требует проведения дальнейших исследований в этом направлении.

Таким образом, принимая во внимание природные условия Беларуси, роль разнотипных водохранилищ в преобразовании природы окружающих территорий, а также общехозяйственное их значение, наиболее целесообразным в республике является строительство небольших и малых водохранилищ сезонного регулирования речного стока. Эти водохранилища по-

зволяют аккумулировать в себе сток половодья и отдавать их в периоды низкой водности. В то же время проблемы, отмеченные нами в нижнем бьефе средних водохранилищ, таких как Вилейское, могут быть успешно решены путем научно-обоснованного управления режимом их эксплуатации. При соответствующих попусках воды, которые как по продолжительности, так и времени прохождения, оптимально будут соответствовать потребностям водных и околоводных экосистем, можно свести до минимума все негативные последствия и даже улучшить природные условия нижнего бьефа. Для определения территорий, на которых возможно создание этих водохранилищ необходимо использовать показатель экологически допустимого объема изъятия стока, который определяется по разнице между естественным и природоохранным стоком.

Литература:

1. Авакян А.Б. Исследование водохранилищ и их воздействие на окружающую среду / А.Б. Авакян // Водные ресурсы. – 1999. – Т. 26, № 3. – С. 554–567.
2. Кирвель И.И. Пруды Беларуси как антропогенные водные объекты, их особенности и режим / И.И. Кирвель. – Минск : Белорус. гос. пед. ун-т, 2005. – 234 с.
3. Кирвель, И.И. Водоохранилища: за и против / И.И. Кирвель, М.С. Кукшинов // Природ. ресурсы. – 2012. – №.1 – С.– 69–82.
4. Кукшинов М.С. Гидроэкологические условия формирования и развития пойменных экосистем в нижнем бьефе речных водохранилищ Беларуси / М.С. Кукшинов // Вес. Беларус. дзярж. пед. ун-та. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2007. – № 1 – С. 69–75.
5. Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte bei der Wasserkraftnutzung durch Ausleitungskraftwerke / O. Moog [et al.] // Österr. wasserwirtschaft. – 1993. – № 7/8. – P. 199–209.

ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИИ ЛОКАЛЬНОГО ЛАНДШАФТА (НА ПРИМЕРЕ БОГОЛЮБОВСКОГО ЛУГА ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ).

*Дроздова А.А., Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир*

*«Природа не может перечить человеку, если он живет по ее законам»
(А.И. Герцен)*

Историко-ландшафтный комплекс «Боголюбовский луг», на территории которого находится церковь Покрова на Нерли, находится между поселком Боголюбово, реками Клязьма и Нерль и занимает площадь 151 га [Карлович И.А. Экология Владимирской области, 2000, 196 с.]. Природный заповедник создан для сохранения луговых растительных сообществ, лекарственных и редких видов растений. Описание школьниками Боголюбовского луга фитоценоза проводилось в 1999 году. Было описано 27 семейств. В 2003 году на лугу были обнаружены краснокнижники: Ирис Сибирский и Ятрышник Мясокрасный. В 2006 году видовое разнообразие резко умень-

шилось из-за ниже приведенных проблем. Летом 2009 года нами было проведено новое описание фитоценоза и были обнаружены семейства: гвоздичные, хвощовые, астровые, бобовые, лютиковые, подорожниковые, сложноцветные, злаковые, колокольчиковые, норичниковые.

С начала реализации различных проектов удалось остановить деградацию почвы, а вот полностью защитить землю от катастроф пока не получается. Пожар – это одна из проблем уменьшения биоразнообразия Боголюбовского луга. Из-за поджигателей травы, распространяясь, огонь, уничтожает не только стебли, но и корни, а ведь лугу произрастают редкие суходольные травы, и неизвестно, восстановятся ли они после этого. Если говорить о сжигании мусора, то это вообще чревато попаданием в атмосферу вредных веществ, которые в свою очередь создают условия для возникновения опасных токсичных веществ, в том числе *диоксинов*. В 2010 году поджог травы уничтожил почти половину общей площади уникального памятника природы – Боголюбовского луга у храма Покрова-на-Нерли во Владимирской области. Определить размер нанесенного ущерба в материальном выражении в музее затрудняются, однако установлено, что огонь уничтожил множество редких растений и насекомых на территории луга [http://galinka.su/news/bogoljubovskij_lug_u_khrama_pokrova_na_nerli/2010-04-12-33]

Вторая проблема – это вытаптывание неорганизованными туристами луговых растительных сообществ, которое влечет за собой уплотнение почвы, ее сотрясения и механического повреждения и уничтожения. Устраивая пикники, самодельные туристы вели себя некорректно по отношению к памятнику и окружающему Боголюбовскому лугу, бросая мусор на охраняемую территорию. До 2003 года на Боголюбовский луг можно было беспрепятственно проехать даже на собственном автомобиле, и владельцы устраивали автомойку на святом месте. На данный момент эта проблема решена, нелегальные туристы не могут попасть на охраняемую территорию.

Третья проблема разлива, с 2004 по 2008 год его не было вообще. В ходе разливов реки заливаются луга, пополняется рыба большое количество озер и стариц, которые располагаются в непосредственной близости от нее. Вместе с разливом реки на поля попадает не только значительное количество воды, но и огромное количество природных удобрений, которые представляют огромное значение на редкие виды растений окружающего луга. Дирекция Боголюбовского луга намерена достроить, так называемый «технический проезд», который начал строиться на лугу осенью прошлого года. Предполагается, что дорогой смогут пользоваться только спецмашины – МЧС, скорая помощь, пожарные – и никто больше, но возле храма Покрова-на-Нерли разбили, немалых размеров парковку. Это строительство не согласуется с нормативными документами, регламентирующими деятельность историко-ландшафтного комплекса «Боголюбовский луг – храм Покрова-на-Нерли», так как столь масштабные работы в границах охранной зоны памятника запрещены. Строительные работы могут на-

рушить почвенный микроклимат на заповедном Боголюбовском лугу [http://www.anons33.ru/art_2927.htm].

В результате антропогенного воздействия изменилось полноводье рек Нерли и Клязьмы. На Боголюбовском лугу идет экологическая сукцессия (последовательная необратимая и закономерная смена одного биоценоза, фитоценоза другим на определённом участке среды во времени). Разнотравье заливного луга заменяется на суходольные и степные виды. Из-за линий электропередач исчезла птица Коростель. Уменьшается биоразнообразие Боголюбовского луга, но чтобы этого избежать, нам рекомендуется обеспечивать решение следующих задач по Боголюбовскому лугу:

- сохранение и восстановление памятника архитектуры – церкви Покрова на Нерли;
- охрана и восстановление живописного ландшафта – Боголюбовского луга;
- сохранение и восстановление биоразнообразия Боголюбовского луга;
- организация мониторинга экосистемы;
- проведение культурно-эстетических мероприятий, туристических и учебно-познавательных экскурсий в целях экологического воспитания и образования;
- проведение рекреационно-оздоровительных мероприятий.

Литература:

1. Е.А. Криксунов, В.В. Пасечник, Экология 10(11) класс, Москва Дрофа 2006 г, 252с.
2. Карлович И.А Экология Владимирской области, 2000,196с.
3. Экология и природопользование. Учебник / Под ред. Алескина А.А. – М.: Инфра-М, 2003.
4. http://www.vladimironline.ru/society/id_30241/
5. http://galinka.su/news/bogoljubovskij_lug_u_khrama_pokrova_na_nerli/2010-04-12-33
6. http://www.anons33.ru/art_2927.htm

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Грачева И.В., Маркова Л.М.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск

В настоящее время ландшафтные исследования не ограничиваются изучением природных компонентов. Все большее значение имеет антропогенная составляющая, оказывающая большое влияние на вещественно-энергетические потоки внутри системы. При употреблении термина «культурный ландшафт» подразумевается, что в формировании экосистемы доминируют антропогенные факторы.

Коллективные сады (СНТ) являются одной из разновидностей культурного ландшафта. Они имеют огромное значение для обеспечения населения продовольствием и являются местом отдыха горожан. Часть садовых

товариществ г. Челябинска расположены в непосредственной близости от промышленных предприятий и, естественно, испытывают существенный риск загрязнения почв и растительной продукции через воздушные потоки пылегазовых выбросов.

При экологической оценке состояния и функционирования культурных ландшафтов необходим комплексный геоэкологический подход, включающий в себя исследование вещественно-энергетических потоков внутри искусственно созданной экосистемы. Цель данной работы – оценка масштаба влияния выбросов промышленных предприятий на почвенный покров коллективных садов и прогноз изменения свойств, связанных с подвижностью химических элементов и их биологической доступностью для растений.

Объектом исследования является территория садового товарищества «Хлебосад», которая находится к северо-востоку от городской черты г. Челябинска. Общая площадь товарищества – 67 га. Исследуемый участок расположен в верхней части пологого склона на абсолютной высоте 235-240 м. К юго-западу и северо-западу от территории СНТ «Хлебосад» находится промышленная зона двух крупнейших предприятий черной металлургии: металлургического («Мечел») и электрометаллургического комбинатов (ЧЭМК), в 100 м восточнее размещена городская теплоэлектроцентраль (ТЭЦ-3).

Оценка вещественных потоков, поступающих в данный ландшафт с газопылевыми выбросами, осуществлялась с помощью метода снеговой съемки. Отбор проб снега производился в соответствии с Методическими рекомендациями по оценке загрязнения атмосферного воздуха населенных мест по сети шагом 30×100 м [3]. Почва отбиралась по той же сети с глубины 0-10 см между садовыми участками, где она менее трансформирована, не подвергалась перекопке, рыхлению, орошению, внесению минеральных и органических удобрений. Всего отобрано и проанализировано 36 снеговых проб и 32 пробы почвы.

Подготовка проб к анализу производилась в учебной лаборатории экологического мониторинга факультета экологии Челябинского государственного университета. Снеговые пробы фильтровались, осадок высушивался и взвешивался. Пыль снега и почвы анализировались спектральным полуколичественным методом в комплексной лаборатории ОАО «Челябинскгеосъемка».

Результаты и обсуждение. Анализ полученных результатов показал, что, несмотря на небольшую площадь территории садового товарищества, поступление взвешенных веществ на почвенный покров варьирует в широком диапазоне от 0,32 до 8,01 кг/га в день (в среднем за сутки – 3,71 кг/га), что более, чем в 20 раз превосходит аналогичный показатель для почв незагрязненных (фоновых) территорий в пределах городской черты г. Челябинска, который составляет – 0,15 кг/га в сутки.

Анализ данных по валовым содержаниям тяжелых металлов в пробах пыли снега и почвенных образцах показал, что для Cr, Mo, Mn, Pb, Ni, Cu,

Со характерно превышение концентраций по сравнению с образцами, отобранными на фоновых территориях (Рис.1). В качестве фонового содержания элементов в пыли снега использовались значения, полученные при геохимическом обследовании территории пос. Сосновка [4]. Поселок находится в 7 км к западу от г. Челябинска вне зоны влияния выбросов промышленных предприятий. В качестве эталона для почв использовались значения фоновых концентраций в пределах Сосновского района, полученных В.Г. Граховским [2], а также средние концентрации элементов в почвах Челябинской области [5].

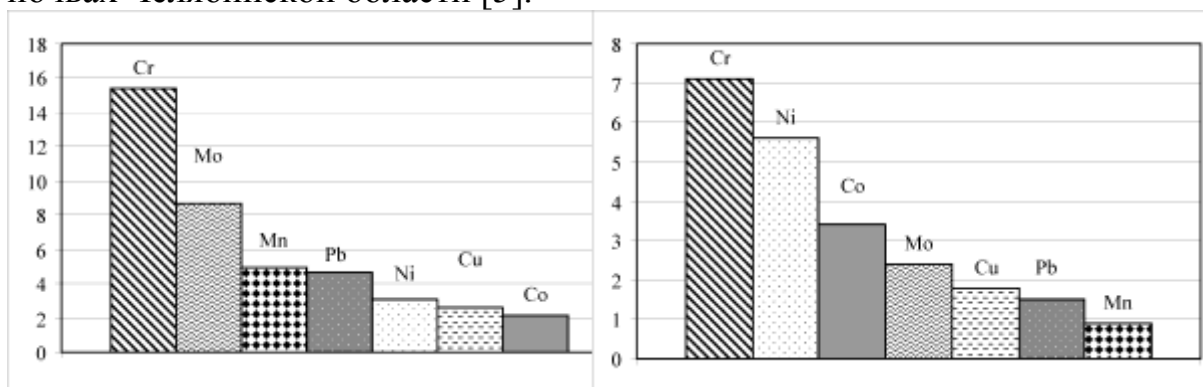


Рис. 1. Превышение фоновых содержаний элементов (Кк): слева – в снеговой пыли, справа – в почве

Как видно из рисунка 1, в составе пыли снега значительно превышены фоновые концентрации по Cr и Mo, несколько меньше по Mn и Pb. Это хорошо согласуется со структурой выбросов предприятий черной металлургии (в частности, с выбросами ЧЭМК, специализирующегося на выпуске ферросплавной продукции).

Распределение концентраций тяжелых металлов в почвенных образцах садового товарищества имеет несколько иной характер. Отмечено, что концентрации Cr варьируют от 300 до 2000 мг/кг (фоновое значение 147 мг/кг).

Также в почве наблюдаются высокие концентрации Ni и Co, в то время, как в составе пыли снега содержание этих элементов незначительно отклоняются от фоновых значений. По Ni ОДК превышен в среднем в 4,2 раза, между тем содержание его в снеговой пыли только в 3,1 раза выше фона.

Несмотря на поступление большого количества Mo и Mn с пылью атмосферных осадков, их содержание в верхнем слое почвы незначительно отклоняется от фона. Концентрация Mn в почве изменяется в диапазоне от 700 до 1500 мг/кг (фоновое значение – 1030 мг/кг [2]), Mo – от 1 до 4 мг/кг. Это связано, по всей видимости, с низким содержанием этих элементов в почвенном покрове исследуемого участка. Так, содержание Mn в основании почвенного разреза, на глубине 1,0-1,2 м составляет 500 мг/кг, Mo – 1 мг/кг.

Анализ картограмм концентраций тяжелых металлов показал отсутствие связи между пространственным распределением одного и того же элемента в почвенных образцах и снеговой пыли. В качестве примера приводятся картограммы распределения валовых концентраций хрома (Рис. 2).

Как видно из рисунка, наибольшие концентрации хрома в почве выявлены в южной (со стороны ЧЭМК) и северной частях садового товарищества. В то же время, концентрации хрома в снеговой пыли варьируют в меньшей степени. На большей части территории СНТ «Хлебосад» концентрация хрома в пыли снега составляет 7000-9000 мг/кг.

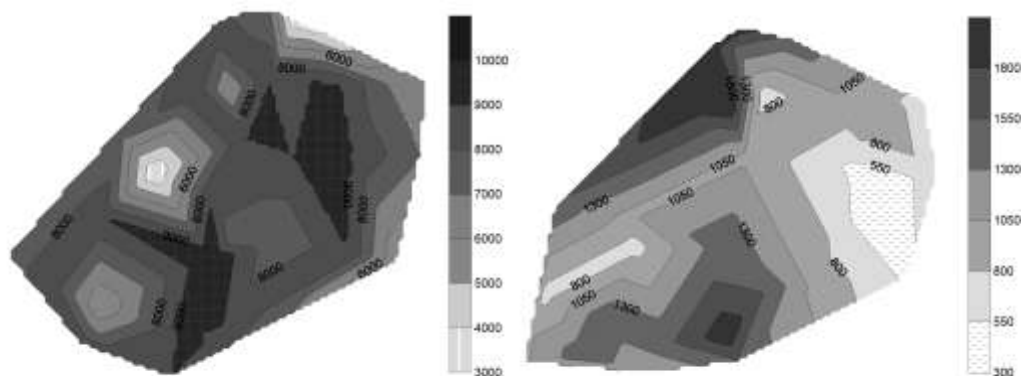


Рис. 2. Картограмма распределения содержаний хрома: слева – в снеговой пыли, справа – в почве (мг/кг)

Различия в пространственном распределении элементов в образцах почв и снеговом покрове могут быть вызваны особенностями накопления их в различных депонирующих средах. Концентрации тяжелых металлов в приповерхностном слое почв является результатом их долговременного накопления за счет поступления из воздушных потоков. В пыли снега концентрации элементов отражают загрязнение текущего периода, а пространственное распределение поллютантов в значительной степени зависит от метеорологических условий конкретного года (повторяемости и скорости ветра, количестве дней со штилями и др.) и особенностей технологического процесса.

Дальнейшее поведение элементов в экосистеме во многом зависит от свойств почвы. Так, например, по данным проведенных ранее исследований, показатель рН водной и солевой вытяжки почв СНТ «Хлебосад» превышает аналогичный показатель для незагрязненных почв в среднем на единицу (слабощелочные и среднешелочные почвы) [1]. И, поскольку, с ростом величины рН почвенного раствора уменьшается растворимость большей части тяжелых металлов (Cu, Pb, Ni, Co, Zn и др.) и, напротив, увеличивается подвижность и биологическая доступность таких элементов, как Cr, Mo и S, регулярное поступление Cr^{6+} и Cr^{3+} с атмосферными осадками в почву при изменении реакции почвенного раствора с нейтральной на щелочную будет способствовать увеличению миграционной способности данного элемента.

Выводы. Анализ полученных результатов выявил следующее: масса пыли, поступающей на территории садовых товариществ, находящихся под воздействием предприятий черной металлургии, более чем в 20 раз превосходит аналогичный показатель для незагрязненных территорий. Значительное превышение фоновых показателей в пыли снега выявлено по хром, молибдену,

марганцу и свинцу, характерных для структуры выбросов ферросплавного производства. За время существования садовых товариществ в их почвенном покрове сформировалась техногенная геохимическая аномалия с валовыми концентрациями хрома интенсивностью в 300-2000 мг/кг.

Увеличение значений рН почвенного раствора может привести к возрастанию подвижности токсичных элементов, в частности, Cr^{6+} и Mo^{6+} и накоплению избыточных концентраций данных элементов в продуктах растениеводства.

Литература:

1. Грачева И.В., Маркова Л.М., Захарова У.С., Сальникова Н.С., Абакумова Т.Н. К вопросу о влиянии щелочных осадков на актуальную и обменную кислотность почв/Геология, геоэкология, эволюционная география: Сб. научных трудов. – СПб: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2011. – с. 134-140
2. Картографирование загрязнения токсичными металлами почвенно-растительного покрова г. Челябинска/отв. исп. Граховский В.Г. – М.: НТЦ Экология АН СССР, 1992. – 132 с.
3. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Утв. 13 марта 1987 г., № 4266-87.
4. О результатах экологического обследования Сада «Электродчик». Отчет//Научно-производственное объединение «Природа». – Челябинск, 1990. – 23 с.
5. Проведение обследования промышленных центров Челябинской области и г. Челябинска и Кыштыма с целью выявления характера, масштаба и уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами: отчет о НИР/отв.исп. Л.Н.Исаева. – Челябинск, 1993. –36 с.

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Будник Д.Н.

Научный руководитель Сотник В.Г.

Ленинградский государственный университет имени А.С.Пушкина,

г. Санкт-Петербург, г. Пушкин

Почвенная составляющая служит естественным базисом, на котором строится практически вся сельскохозяйственная деятельность человека, поставляющая населению основную массу продовольствия и значительную часть технического сырья для промышленности.

В этой связи сохранение природных свойств почв, поддержание и восстановление их плодородия, контроль за качественным состоянием, проведение масштабных мероприятий по рациональному использованию и охране являются основными задачами государства в вопросах использования земельного фонда. Только упорядоченное и целенаправленное регулирование этих вопросов позволит обеспечить сейчас и в будущем благополучие и безопасность населения, и устойчивое экономическое развитие.

Избыточные антропогенные нагрузки приводят к весьма активным деградиационным процессам в городских почвах. Совокупное влияние выбросов автотранспорта, промышленных и коммунально-бытовых предприятий, ТЭЦ,

повышенная рекреационная нагрузка воздействуют на городские почвы, затрагивают практически все почвенные характеристики и тем самым приводят к изменению функций почвы как элемента экологической системы. Почвы в городских условиях испытывают сильнейшую техногенную нагрузку, имеют ряд существенных отличий от почв естественных и агроландшафтов. Они отличаются не только воздействием промышленных и транспортных выбросов, но и исходной гетерогенностью насыпных плодородных слоев.

На территориях населенных пунктов практически полностью отсутствуют природные типы почв и формируются специфичные органо-минеральные образования с той или иной примесью строительного и бытового мусора, реликтами исходных природных типов почв. Данные образования различными специалистами именуется почво-грунтами, или урболитами, или урбаноземами, и характеризуются той или иной степенью техногенного загрязнения.

В урбаноземах, несмотря на нарушенность и искусственное создание почвенного профиля, большую засоренность его разного рода включениями, протекают процессы гумусообразования, выноса и перераспределения минерального вещества. Степень выраженности этих процессов различна и зависит от возраста наноса, условий использования участка и ряда других обстоятельств. Вместе с тем, влияние на почвообразование основных процессов, характерных для данной природной зоны, несомненно. При определенных обстоятельствах урбаноземы, развивающиеся на культурном слое или на грунтах, эволюционируют в природные почвы с присущими им свойствами и системой генетических горизонтов.

Городские почвы обладают определенными специфическими свойствами, наиболее яркими из которых являются: наличие включений строительно-бытового мусора, повышенная уплотненность, тренд в сторону повышенной щелочности, накопление техногенных веществ, наличие патогенных микроорганизмов.

Одним из основных признаков урбогенеза, влияющим на почвообразование, является загрязнение почвы в результате накопления, перемешивания и заполнения почв загрязнителями непочвенного генезиса. Эти материалы могут быть твердыми (бумага, стекло, пластик, твердые выпадения из атмосферы), жидкими (атмосферные загрязненные осадки, промышленные и канализационные стоки, загрязненные дренажные воды и пр.) и газообразными (метан, мусорные газы из погребенных отходов и т.д.).

Выделяют следующие источники поступления чужеродного материала в почвы городов: разрушение и строительство зданий, выбросы металлургических предприятий, угольных, энергетических станций, нефтеперерабатывающих заводов, химических предприятий, сточные воды, домашний мусор, транспорт.

Состояние городских почв, грунтов имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния той или иной территории, так как на ур-

банизированных территориях они представляют интерес как начальное звено пищевых цепей и являются интегральным показателем экологического состояния окружающей среды и потенциальным источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы, поверхностных и грунтовых вод.

Кроме вторичного негативного воздействия на здоровье населения через продукты питания или загрязнение вод и воздуха, возможно и прямое воздействие загрязнённых почв на здоровье населения за счет непосредственного контакта и поступления почв и грунтов в организм.

Деграляция почвенного покрова приводит к ухудшению качества почв, к гибели зелёных насаждений.

Характер распространения загрязняющих веществ в городской среде определяется продуваемостью кварталов, шириной улиц, плотностью застройки, наличием зелёных насаждений и т.п.

Понятие качества почв очень широко и включает как параметры, влияющие на функции почвы как элемента природной среды и объекта хозяйственной деятельности, так и параметры, характеризующие ее опасность для населения, как напрямую, так и опосредованно через её влияние на сопредельные природные среды, растительность, продукты питания.

По данным Международной организации по защите почв (ISCO) около 25% земель, вовлеченных человечеством в хозяйственное использование, уже подверглось деградации или загрязнению. Однако, это среднестатистический уровень для всей планеты, а реальное распределение зон и участков загрязнения неравномерен. Наиболее интенсивное загрязнение характерно для территорий крупных городов, где происходит максимальное накопление технофильных элементов и токсичных органических соединений, замыкание техногенных циклов миграции химических веществ.

Именно поэтому оценке качества почв и грунтов во всем мире в последние годы уделяют все большее внимание, на ее основе принимаются решения о возможности размещения тех или иных промышленных или культурно-массовых объектов, изменяется стоимость земельных лотов и размещенных на них объектов.

Для восстановления поврежденных земель в РФ проводят рекультивацию.

Различают следующие виды рекультивации:

- сельскохозяйственную (создание сельскохозяйственных угодий);
- лесохозяйственную (создание лесных угодий);
- рыбохозяйственную (разведение рыбы);
- водохозяйственную (создание водоемов);
- рекреационную (создание объектов отдыха);
- строительную (под стройплощадки);
- санитарно-гигиеническую (консервация поврежденных земель).

Также разработан ряд рекомендаций по устранению последствий негативных процессов, происходящих в городских почвах и их прогнозированию:

1. Загрязнение тяжелыми металлами и другими токсикантами:

- при высоком ПДК — замена гумусового слоя;
 - при невысоком ПДК — задерновывание поверхности;
 - вынесение источников загрязнения, отвод и очищение стоков;
2. Изоляция загрязненной территории буферными зелеными зонами;
- внутри территорий технологическая мелиорация открытых пространств; регулярное мытье дорог территории;
 - выведение земель из сельскохозяйственного использования;
 - химическая и агротехническая мелиорация, перевод земель в лесопарковую категорию;
 - выведение источников загрязнения, создание буферной зеленой зоны, агролесотехническая мелиорация;
 - подбор устойчивых лесных и травянистых культур, изоляция свалок от геохимически сопряженных территорий;
 - рекультивация территории.
 - подкисление или подщелачивание почв;
 - ликвидация поступления сухих и мокрых щелочных и кислотных выбросов;
 - выведение сельскохозяйственных земель за черту города и агрохимическая мелиорация;
 - мониторинг за состоянием кислотно-щелочной реакции;
 - агрохимическая мелиорация;
 - подбор устойчивых лесных культур;
 - рекультивация территории;
 - создание устойчивых травяно-кустарниковых сообществ.

Состояние почв оказывает воздействие на окружающую среду и природные ресурсы, уровень экономического и социального развития государства, здоровье населения. Без решения проблем охраны почв невозможно устойчивое развитие биосферы, безопасность и благополучие нынешнего и будущих поколений людей.

Таким образом, изучение экологического состояния почвенного покрова городов представляет не только определенный теоретический интерес, но и насущную практическую задачу с точки зрения оздоровления общей экологической обстановки урбанизированных территорий.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ В КРАСНОГВАРДЕЙСКОМ РАЙОНЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Нестеров Д.А., Максимова А.М., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Состояние почв, грунтов имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния той или иной территории, так как почвы представляют тройной интерес: как начальное звено пищевой цепи, как источник вторичного загрязнения атмосферы и вод и как интегральный показатель

экологического состояния окружающей среды. Кроме того, возможно и прямое негативное воздействие загрязненных почв на здоровье населения – особенно детей. Именно поэтому большинство обследований урбанизированных территорий начинается с исследования состояния почв, а показатели их загрязненности входят в набор обязательных параметров при определении мест экологического бедствия или кризиса.

Особенности изучаемого объекта. В качестве объекта исследований был выбран Красногвардейский административный район г. Санкт-Петербурга, как один из самых химически загрязненных районов города. Красногвардейский район расположен на северо-востоке Санкт-Петербурга. Площадь района составляет 56.83 кв. км. Население – 329 тыс. человек.

Методика и методы исследования. Методика исследования состояла из двух этапов. Первый этап включал в себя отбор образцов почв в изучаемом районе. Во время второго этапа проводилась рентгенфлуоресцентная спектроскопия образцов с последующей интерпретацией полученных данных.

Отбор и подготовка проб к анализу проводились в соответствии с ГОС-Том [1] и по разработанным методикам [2, 3]. Подготовка образцов к анализам проводилась в строгом соответствии с требованиями каждого вида анализа, а также в зависимости от вещественного состава и тех свойств анализируемого материала, которые могли повлиять на правильность конечного результата.

Пробы почв отбирались точечным способом по всей территории Красногвардейского административного района г. Санкт-Петербург. Всего было отобрано 263 образца почв.

Отобранные пробы высушивали до воздушно-сухого состояния при температуре 105⁰С. Сухая проба была измельчена так, что максимальный размер частиц не превышал 1 мм. Измельченная масса пробы обычно избыточна для рентгеновского анализа, поэтому для его проведения отбирался рабочий образец массой 15-25 г. Затем рабочий образец дополнительно измельчали до пудры на оборудовании, не загрязняющем пробы. Для этого мелющие элементы оборудования не должны содержать определяемых элементов.

Отобранные образцы пород и почв анализировались в лаборатории Геохимии окружающей среды РГПУ им. А.И. Герцена рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Этот аппарат относится к приборам рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Это означает, что в его работе используется источник первичного рентгеновского излучения (рентгеновская трубка) для облучения анализируемого объекта, в результате чего сам объект начинает излучать (флуоресцировать) в рентгеновском диапазоне. Спектральный состав этого вторичного излучения адекватно отражает элементный состав анализируемого образца. Атомы того или иного химического элемента имеют свои, характерные только для данного элемента спектральные линии. Таким образом, наличие или отсутствие в спектре тех или

иных линий говорит о присутствии соответствующих химических элементов, а измерение «яркости» этих линий позволяет количественно оценить концентрацию данного элемента [3].

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводилась по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов с действующими источниками загрязнения. Такими показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества (K_c) [6]. K_c определяется отношением фактического содержания определяемого вещества в почве (C_i) в мг/кг почвы к региональному фоновому (C_{fi}):

$K_c = C_i / C_{fi}$; и суммарный показатель загрязнения (Z_c) Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентрации химических элементов-загрязнителей и выражен формулой:

$Z_c = S (K_{c1} + \dots + K_{cn}) - (n-1)$, где n - число определяемых суммируемых вещества; K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Естественно, кроме самой величины показателя Z_c , большое санитарно-гигиеническое значение имеет состав основных токсикантов. Унифицированного подхода к определению набора элементов, по которым осуществляется

расчет Z_c не существует. Нами принят следующий подход: определение суммарного загрязнения почв проводится по содержанию элементов первых трех классов токсической опасности. Таким образом, для расчета используются 9 элементов: **свинец, мышьяк, цинк** (1 класс токсической опасности); **кобальт, никель, медь, хром** (2 класс); **ванадий, стронций**, (3 класс).

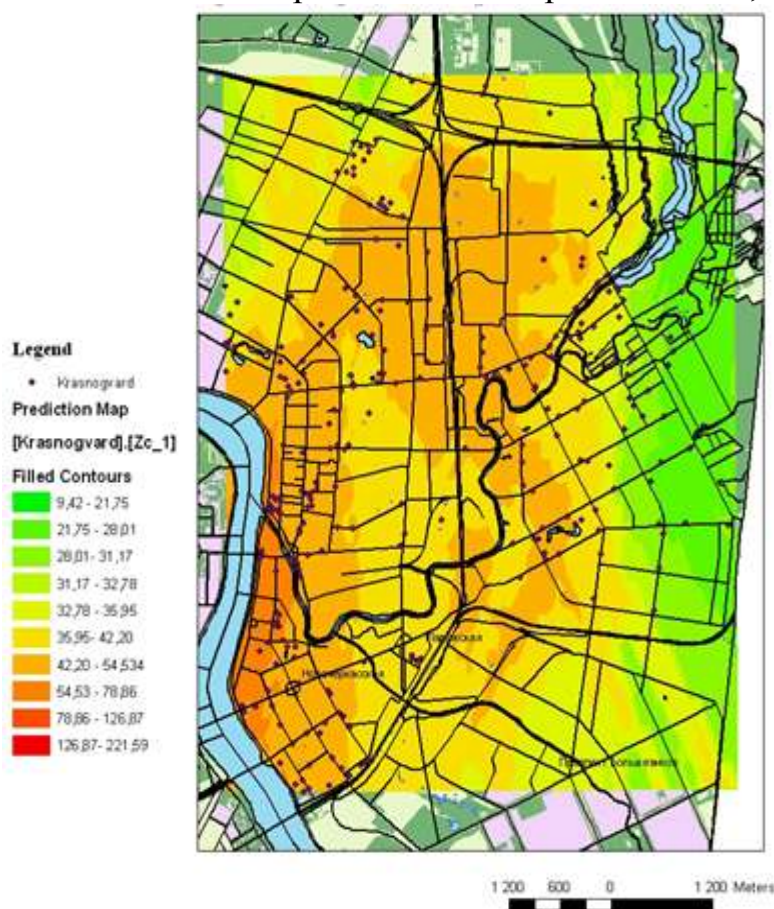


Рис 1. Карта-схема суммарного показателя загрязнения почв Красногвардейского района по санитарно-гигиеническим нормативам

Результаты проведенного исследования. После подсчета суммарного показателя загрязнения почв для каждого из 263 образцов почв, была по-

строена карта-схема (рис.1). Значения Z_c варьируют от 9,4 до 221,59 условных единиц, составляя в среднем для всего Красногвардейского района 43,72 у.е., что соответствует опасному уровню загрязнению почв.

В то же время зафиксированы очаги повышенных значений суммарного загрязнения почв. Наибольшие значения суммарного загрязнения почв зафиксированы вдоль Октябрьской набережной, где коэффициент в среднем составляет 40-80 у.е. Максимальное значение Z_c наблюдаются на Юго-Западе района у железнодорожного моста, там его показатель составляет 221,59 у.е. Достаточно большой ареал повышенных значений Z_p прослеживается немного Севернее центральной части района, по обе стороны от железной дороги, где его показатель варьируются от 30 до 60 у.е. Наименьшие показатели Z_c наблюдаются на Востоке района, вдоль улицы Комунны и Российского проспекта. Невысокие показатели Z_c на Северо-Западе Красногвардейского района.

Анализ распределения геохимических показателей, полученных в результате апробирования почв по регулярной сети, дает пространственную структуру загрязнения селитебных территорий и позволяет выделить зоны риска для здоровья населения [4,5].

По показателю суммарного показателя загрязнения почв выделяют четыре категории степени загрязнения почв (табл. 1), для каждой из которых характерно особое влияние на здоровье населения [6].

Таблица 1.

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Категории загрязнения почв	Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	<16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	>128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикозов беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Выводы. Результаты исследование почв Красногвардейского района, позволяют отнести данную территорию к категории «опасная по эпидемиологическим показателям» почва по СанПиН 2.1.7.1287-03.

Для всей территории Красногвардейского района необходимы мероприятия по снижению уровня воздействия источников загрязнения на почвы. Некоторые площади района требуют рекультивации почв. Прежде всего, это территория, находящаяся между Октябрьской набережной и проспектом Шаумяна. Так же рекультивации требует район, находящийся

между Среднеохтинским проспектом и Октябрьской набережной. Район устья реки Охта тоже требует мер по восстановлению почвенного покрова.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ, для контроля загрязнения: Госстандарт. М., 1983.
2. Методика выполнения измерения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа М049-П/04. – СПб.: ООО «НПО Спектрон», 2002.
3. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Ревич Б.А., Сает Ю.Е., Смирнова Р.С. (Утв. 15 мая 1990 г. № 5174-90) – М.: ИМГРЭ, 1990.
4. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982.
5. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами N 4266-87. Утв. МЗ СССР 13.03.1987.
6. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы СанПиН 2.1.7.1287-03.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДЕ ПАВЛОВСКЕ

*Рулевская А.А., Зарина Л.М., Маркова М.А., Беляков Т.В.
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Почва является одним из главных компонентов природной среды. Благодаря своим свойствам (плодородие, самоочищающая способность и др.) почва обеспечивает человеку питание, работу, здоровую среду обитания. Нарушение этих свойств, вызванное загрязнением, может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье людей и животных, вызывая распространение инфекционных заболеваний, ухудшение качества продуктов питания, воды водоисточников, атмосферного воздуха. Загрязненные почвы являются потенциальным источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы, поверхностных и грунтовых вод. Кроме вторичного негативного воздействия на здоровье населения через продукты питания или загрязнение вод и воздуха, возможно и прямое воздействие загрязнённых почв на здоровье населения – особенно детей, – за счёт непосредственного контакта и поступления почв и грунтов в организм (особенно на игровых площадках). Кроме того, состояние городских почв позволяет дать интегральную оценку экологического состояния той или иной территории.

Зеленые насаждения имеют огромное значение в жизни человека. Одним из путей улучшения городской среды является озеленение. Зеленые насаждения поглощают пыль и токсичные газы. Они участвуют в образовании гумуса почвы, обеспечивающего ее плодородие. Формирование га-

зового состава атмосферного воздуха находится в прямой зависимости от растительного мира: растения обогащают воздух кислородом, полезными для здоровья человека фитонцидами и легкими ионами, поглощают углекислый газ. Зеленые растения смягчают климат. Растения усваивают солнечную энергию и создают из минеральных веществ почвы и воды в процессе фотосинтеза углеводы и другие органические вещества. Без растительного мира жизнь человека и животного мира невозможна.

Целью проведенных в 2011 г. исследований являлся анализ современной ситуации загрязнения почвенного покрова зеленых насаждений г. Павловска тяжелыми металлами. Геохимические исследования были выполнены в лаборатории Геохимии окружающей среды им. А.Е. Ферсмана кафедры геологии и геоэкологии РГПУ им. А.И. Герцена

Зеленые насаждения г. Павловска включают в себя сады, бульвары, скверы, озелененные улицы. В ходе исследований нами было обследовано 46 опорных участков, из них: 6 садов; 5 бульваров; 15 скверов; 20 улиц. Всего было отобрано 111 образцов почвенного покрова.

Методом рентгенофлуоресцентного анализа были определены концентрации: V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb, As. Все изученные элементы относятся к первым трем классам токсикологической опасности.

Для оценки экологического состояния почвенного покрова зеленых насаждений нами был проведен сравнительный анализ полученных результатов с государственными санитарно-гигиеническими нормативами: ПДК и ОДК токсичных элементов в почвах.

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Содержание химических элементов в почвах г. Павловска, 2011 г., мг/кг

Класс опасности	Элемент	ПДК(*)/ОДК(**)	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение	Превышение среднего содержания относительно ПДК/ОДК	Превышение максимального содержания относительно ПДК/ОДК
1	Pb	32*	16,6384	364,0322	79,9139	2,49	11,37
1	As	2*	1,9404	49,3416	12,2599	6,12	24,67
1	Zn	55**	1,2188	531,007	131,637	2,39	9,65
2	Cr	6*	33,8056	116,146	49,4434	8,24	19,35
2	Co	5*	0,0295	81,3010	5,37003	1,07	16,26
2	Ni	20*	5,7372	36,7529	15,7412	0,78	1,83
2	Cu	33**	1,9300	57,3675	18,0881	0,54	1,73
3	V	150*	16,2347	78,8331	37,7998	0,25	0,52
3	Mn	1500*	0,0242	0,1921	0,04507	0	0
3	Sr	-	117,963	241,953	168,515	0	0

* – валовое содержание; ** – водорастворимые формы.

Как показывают данные таблицы 1, превышения средних значений концентраций элементов относительно ПДК/ОДК характерны для свинца,

мышьяка, цинка, хрома, кобальта. Превышения максимальных значений характерны также для никеля и меди.

Загрязнения этими элементами могут быть связаны со сжиганием топлива, выбросами предприятий электроэнергетики.

Для анализа пространственного распределения загрязнений почвенного покрова были подсчитаны индексы суммарного загрязнения (Z_c) для каждой из точек пробоотбора.

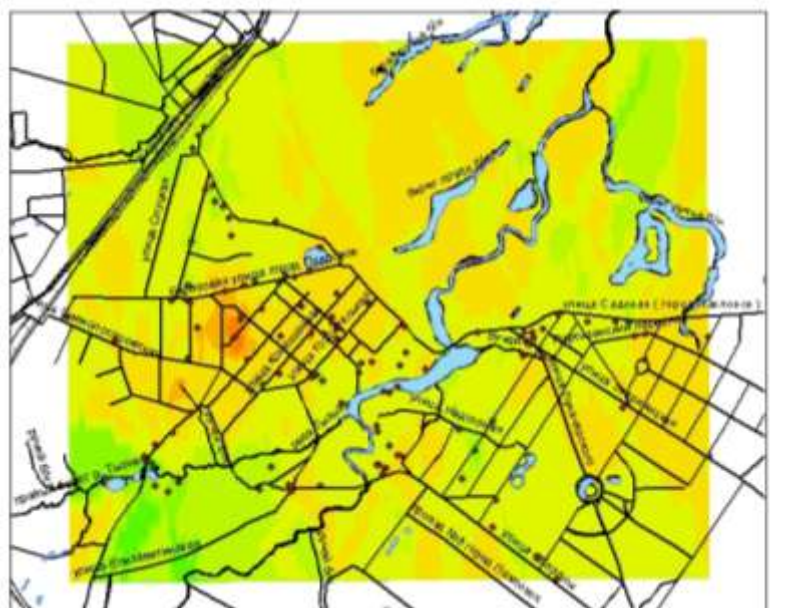
В качестве геохимического фона территории нами были использованы самостоятельные расчеты среднего гармонического из значений концентраций элементов по пробам, отобранных с территории Санкт-Петербургского региона в 2008 г. (Зарина и др., 2009, 2011). Результаты расчета геохимического фона приведены в таблице 2.

Таблица 2.

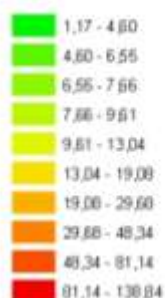
Фоновые значения элементов, Санкт-Петербургский регион, 2008 г., мг/кг

Элемент	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Pb	As
Геохимический фон	16,0	48,7	0,7	45,2	26,9	62,7	154,6	19,9	12,1

По результатам подсчета индекса суммарного загрязнения в программе *ArcGIS* с модулем *Spatial Analyst* была построена карта пространственного распределения Z_c (рис. 1).



Условные обозначения



0 245 490 960 Метры

Рис. 1. Картограмма пространственного распределения суммарного загрязнения (Z_c) почв зеленых насаждений г. Павловск, 2011 г.

Анализ расчетов суммарного загрязнения почвогрунтов зеленых насаждений г. Павловск и карты его пространственного распределения показал, что наиболее загрязненные территории приурочены к ул. Победы ($Z_c = 138,84$) – «очень высокий» уровень загрязнения и к левому склону р. Славянки ($Z_c = 30,66$) – «средний уровень» по шкале уровней загрязнения почвенного покрова

(Методические..., 1990). Загрязнение в первой точке может быть связано с близлежащими автомобильными дорогами и расположенным неподалеку кладбищем, а второй – с выбросами и стоком в р. Славянку. Минимальные значения ($Z_c = 2,88$) отмечаются для Садовой улицы. Это может быть связано с отдалением от промышленных предприятий и от проезжей части.

В целом же, значения суммарного загрязнения почвогрунтов зеленых насаждений г. Павловска для большинства обследованных участков (82% проб) находятся в диапазоне 2,88-16,00 («низкий» уровень загрязнения), что свидетельствует благополучной экологической обстановке с точки зрения загрязнения почвенного покрова.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Зарина Л.М. Геоэкологические особенности распределения тяжелых металлов в снежном покрове Санкт-Петербургского региона // Автореф. ... канд. геогр. наук. – СПб., 2009. – 20 с.
2. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Ревич Б.А., Сагит Ю.Е., Смирнова Р.С. (Утв. 15 мая 1990 г. № 5174-90) – М.: ИМГРЭ, 1990.
3. Zarina L., Lebedev S., Nesterov E. Ecological Geochemical Investigations of the Contents of Heavy Metals in the Snow Cover in the Saint-Petersburg Region with Application of GIS Technologies // International Journal of Chemical Engineering and Applications (IJCEA). – Vol.2 Number 2. – April 2011. – Pp. 117-120.

ФТОР В ПОЧВАХ РАЙОНА ВОЛХОВСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА

*Шаврина К.Ф., Гавриленко В.В.
РГПУ им. А.И.Герцена, г. Санкт-Петербург*

В комплексе глобальных проблем современности экологические последствия техногенного загрязнения среды занимают важнейшее место. Влияние фтора и его соединений на окружающую среду, в том числе на человека очень велико. Он является частью нашего организма, так как входит в состав костей и зубов, но фтор является высокотоксичным элементом и его повышенная концентрация приводит к таким болезням как флюороз, разрушение костей и т.д. Первое место среди антропогенных источников загрязнения фтором занимают алюминиевые производства.

Поведение F в почвах изучалось многими исследователями. Полученные результаты свидетельствуют о том, что его миграционные свойства весьма разнообразны, а уровень содержаний в почвенном растворе зависит от присутствия глинистых минералов, величины pH и концентраций Ca и P в почвах. В целом наибольшая адсорбция F минеральными компонентами почв отмечается в кислых условиях в интервалах pH 6-7.

Наиболее распространенной формой фтора в почвах считается фторапатит. Однако известно, что в почвах присутствуют также некоторые фториды (например, CaF_2 , AlF_3) и алюмосиликаты (например, $\text{Al}_2(\text{SiF}_6)_2$). Установлена также способность фтора к образованию комплексных ионов с алюминием (AlF^{2+} , AlF_2^+ , AlF_4^-). Фтор обладает способностью легко замещать в глинистых минералах гидроксильные группы, благодаря этому глинистые минералы способны связывать большую часть этого элемента в почвах. В природных условиях фтор малоподвижен и не накапливается в верхних слоях почв, особенно кислых. Высокая растворимость фтора в кислых почвах обусловлена присутствием легко растворимых фторидов, например, NaF , KF , NH_4F , тогда как AlF_3 известен своей низкой растворимостью. Пониженная миграция фтора в известковых почвах связана с образованием слабо растворимых CaF_2 и комплексов фтора с железом, алюминием и кремнием. С другой стороны, присутствие в содовых почвах способного к активному обмену натрия увеличивает растворимость фтора.

Содержание фтора в незагрязнённых техногенными процессами почвах определяется его концентрацией в материнских породах, особенности его распространения в почвенном профиле зависят от почвообразующих процессов, из которых наиболее важное значение имеют интенсивность выветривания и содержание глинистых частиц.

Среднее по Земному шару содержание этого элемента в почвах оценивается в 320 мг/кг. Наиболее низкие концентрации обнаружены в песчаных почвах гумидных районов, а наиболее высокие – в тяжелых глинистых почвах и в почвах, образовавшихся на основных породах. Для большинства нормальных почв содержание фтора изменяется в пределах 150-400 мг/кг, верхние пределы концентраций отличаются большим разбросом. В частности в некоторых почвах содержание фтора превышает 1000 мг/кг.

Живое вещество в среднем содержит $5 \times 10^{-4}\%$ фтора, что свидетельствует о его низкой биофильности. Содержание фтора в различных типах растений колеблется в широких пределах; максимальные его содержания устанавливаются в злаковых. Аномальные содержания фтора (до 226 мг/кг) определены в пшенице в районе флюоритовых месторождений. Растения могут довольно легко извлекать фтор из загрязненных почв, но биодоступность почвенного фтора значительно ниже, чем у фтора воздушных соединений.

Промышленным источником фтора являются в основном заводы по выплавке алюминия и производству фосфатных удобрений. Сталелитейные, кирпичные и стекольные заводы, также сжигание угля – дополнительные источники загрязнения окружающей среды фтором. Кроме того, высокие содержания фтора в почвах могут быть связаны с использованием фосфатных удобрений, осадков сточных вод или пестицидов. В связи с высоким содержанием фтора в фосфатных удобрениях поступление его в пахотные почвы может иметь существенное экологическое значение.

Кости и зубы человека относятся к органо-минеральным агрегатам. Главной составляющей являются биогенные апатиты – биологически образованные фосфаты кальция. Апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$, где X – это фтор, реже хлор, и гидроксильная группа. В составе эмали и дентина зубов обычно содержится 0,01-0,22 мас. % фтора. Главное отличие эмали от дентина и кости состоит в том, что первая почти не содержит органической фазы. Поэтому зубная эмаль – самый твердый материал в организме человека и млекопитающих. Дополнительную твердость ей придают ионы фтора, благодаря чему образуется наиболее твердая форма апатита – фторапатит. Именно по этой причине выпускают зубную пасту, содержащую фтор: при контакте с зубной эмалью ионы фтора частично вступают в химическое взаимодействие с образованием фторапатита, что повышает сопротивляемость эмали растворению в кислотах, выделяемых живущими в полости рта бактериями.

Фтор в низких концентрациях повышает устойчивость зубов к кариесу. Избыточное поступление фтора в организм вызывает флюороз и подавление защитных сил организма. Зубы могут поменять цвет на желтый или даже коричневый, поверхность может стать «ноздреватой». Фтор вызывает образование флюороза в том случае, если попадает в организм в период формирования зубной эмали. Поэтому критический возраст для его образования – детский, 6-7 лет. В то же время, если содержание фтора в питьевой воде недостаточно (менее 0,00005%) его место в зубной эмали замещается ионами гидроксила. В результате устойчивость эмали резко снижается, наступает кариес (нарушение целостности эмали и дентина), быстро ведущий к полному разрушению зубов. Но избыток фтора действует на зубы еще разрушительнее, чем недостаток.

Практической задачей данного исследования было выяснение уровня содержания фтора в почвах, предположительно загрязненных техногенными выбросами алюминиевого завода. Исследования проводились в городе Волхов на расстоянии около 113 км от Санкт-Петербурга. Для получения корректных результатов исследование проводилось в двух районах.

1-й, потенциально загрязненный, у Волховского алюминиевого завода. Отобрано 21 пробы. Горизонт – А, глубина забора почвы 5-10 см от поверхности. Расстояние до завода около 500 м. 1-8 проба отобраны вдоль дороги, к юго-востоку от завода. Растительность преимущественно травянистая, встречалась древесная. Остальные 13 – в непосредственной близости к предприятию.

2-й район, принятый за «фоновый», находится на расстоянии 25-30 км от объекта по Мурманскому шоссе в тех же ландшафтных условиях. 15 проб отобрано по профилю с интервалом около 3 метров. Территория равнинная, растительность травянистая.

Почвы рыхлые, в обоих районах сходные по составу. Характерно наличие тонкодисперсного материала. Все образцы взяты из горизонта A_1 , с глубины 5-10 см. После описания пробы были отситованы в лабораторных условиях, до мелкой фракции (<0,25) и взвешены для получения грануло-

метрического состава. Пробы были растерты в эбонитовой ступке пестиком, до однородной массы, затем проанализированы в лаборатории ВНИИОкеангеологии.

Определение концентрации фтора проводилось потенциометрическим методом, с помощью фторидного электрода эF-У1, потенциал которого зависит от концентрации фтор-иона в растворе.

Результаты анализов приведены на гистограмме (рис.)



Рис. Гистограмма содержаний фтора в пробах почв Волховского района

Среднее содержание F в «фоновых» пробах – 0,020 мас.%. Содержание F в загрязненных пробах – 0,065 (расчет проводился без

учета двух anomalно высоких значений (B7-0,18 и B10-0,16).

В результате проведённой работы впервые получены аналитические данные по содержанию фтора в почвах Волховского района.

Установлено резкое повышение содержания фтора в почвах, прилегающих к алюминиевому комбинату по сравнению с подобными почвами в отдалении от него. Это говорит о том, что Волховский алюминиевый завод является ведущим фактором в накоплении фтора в близлежащих почвах. Высокие концентрации этого элемента в зараженных почвах, по сравнению с «фоновыми» подчеркивают сильное негативное действие производства как загрязнителя окружающей среды. Представленные данные можно считать предварительными, однако исследования в этом направлении необходимо продолжать, так как фтор в районе Волховского комбината следует считать одним из приоритетных загрязнителей окружающей среды.

ГЕОХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АНГЛИЙСКОГО ПАРКА ГОРОДА ПЕТЕРГОФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

*Голубев Ф., Сумин К., Дерипаско Р., Котович Н., Шульгин Н., Старов В., Миллер Д., Артюх А., Чириков А., Августов Н., Новиков Н., Лоскутов А., Грибанов Д.
 Научные руководители: Беликова Т.И., Нестерова М.Ю., Новоселова Л.С.
 Санкт-Петербургский кадетский корпус МО РФ, г. Санкт-Петербург*

Современные города являются центрами сосредоточения населения, промышленности, транспорта, коммуникаций и обусловленных этим де-

градации ландшафтов и интенсивного загрязнения окружающей среды. Площади аномалий загрязнителей в настоящее время представляют собой техногенные геохимические провинции.

Под загрязнением понимается привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, биологических, химических, механических или информационных агентов или превышение в рассматриваемое время среднесуточного уровня вышеперечисленных агентов, нередко приводящее к негативным последствиям (ГОСТ 30772-2001).

Почвенный покров городов подвергается коренной перестройке. Природные почвы с ненарушенным почвенным профилем, как правило, присутствуют лишь на окраинах – в лесопарковой зоне. Для большей части урбанизированных территорий характерны насыпные почвы, содержащие большое количество мусора, в связи с чем, они отличаются высокой дренажностью и слабо удерживают воду, что, в свою очередь, приводит к нарушению водного режима. Воздушный режим почв нарушается вследствие переуплотнения верхних горизонтов почв в результате вытаптывания.

Наибольшее внимание при геохимических исследованиях почвы обычно уделяется тяжелым металлам (Сагет и др., 1990). Это обусловлено широким распространением и индикационным значением данного вида загрязнений, а также наличием хорошо отработанных и достаточно дешевых аналитических методов (преимущественно спектральных). Кроме того, в связи со своей высокой биохимической активностью, токсичностью, высокой кумулятивной способностью, трудностью выведения из организма, тяжелые металлы являются одними из наиболее опасных для здоровья человека и других живых организмов поллютантами.

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду обусловлено источниками как естественного, так и антропогенного происхождения. С процессами, происходящими в природе, связана основная масса тяжелых металлов, заключенная в океанических водах, водах суши, донных осадках, почвах растительности, атмосфере.

Локальные зоны с аномально высокими концентрациями тяжелых металлов связаны обычно с техногенными выбросами в атмосферу, гидросферу и литосферу. Поступление тяжелых металлов в окружающую среду от антропогенных источников происходит неравномерно, часто в виде залповых выбросов и прекращается с завершением функционирования соответствующего объекта. К источникам антропогенного происхождения относятся автотранспорт, предприятия электроэнергетики, промышленности, сельского хозяйства, отвалы, мусоросжигающие заводы, свалки твердых бытовых и промышленных отходов, стоки с урбанизированных территорий, аварии и др. Содержание загрязняющих веществ в поверхностном слое почв является, в том числе, результатом многолетнего воздействия атмосферных загрязнений.

Поэтому в нашей работе основное место занимает исследование химического состава почвы (особенно содержания тяжелых металлов), которое

позволяет оценить масштабы загрязнения окружающей среды Английского парка города Петергоф.

Английский парк находится в западной части Петергофа, в низовьях р. Шинкарка, к северу от Егерской слободы и к северу-западу от Лугового парка. На юго-западной окраине – железнодорожная станция Старый Петергоф. Площадь парка составляет 127 га. Английский парк ограничен Санкт-Петербургским проспектом и Блан-Менильской улицей. За счет подпруживания реки образован Английский пруд, имеющий два стока: по Фабричной канавке к бывшей Петергофской гранильной фабрике и в сторону реки Шинкарки. На юге парк пересекает железнодорожная ветка из Санкт-Петербурга на Ораниенбаум.

В перспективном планировании муниципального образования город Петергоф существует проект создания на территории Английского парка зоны отдыха. Наше исследование позволит сделать вывод о целесообразности реализации проекта по созданию экологически чистой зоны отдыха на данной территории.

В июне 2012 г. было отобрано 19 образцов почвогрунтов, которые затем анализировались рентгенофлуоресцентным методом в лаборатории Геохимии окружающей среды им. А.Е. Ферсмана РГПУ им. А.И. Герцена. Результаты статистической обработки полученных данных приведены в таблице. Для каждого из исследованных элементов были построены карты пространственного распределения концентраций элемента в почвогрунтах Английского парка. В качестве примера приведена карта пространственного распределения свинца (рис.).

Таблица.

Концентрации тяжелых металлов в почвогрунтах Английского парка г. Петергоф, 2012 г., мг/кг

Тяжелые металлы	ПДК	Max	Min
V	150,0	АП-14 (70,0)	АП-13 (21,62)
Cr	-	АП-10 (67,45)	АП-12 (26,89)
Co	10,0	АП-10 (11,6) АП-12 (10,8)	АП-1 (0) АП-2 (0)
Ni	85,0	АП-14 (30,7)	АП-12 (6,43)
Cu	55,0	АП-14 (29,74)	АП-12 (9,05)
Zn	100,0	АП-20 (128,84)	АП-9 (28,32)
Pb	30,0	АП-14 (94-76)	АП-13 (9,97)

Проанализировав полученные нами в результате исследования данные, мы пришли к выводу, что загрязнение всех точек по ванадию, никелю, меди ниже предельно-допустимых концентраций. В точках АП-10 и АП-12 концентрация кобальта чуть выше ПДК. В точке АП-14 наблюдается резкое превышение концентрации свинца, т.к. эта точка расположена рядом с бетонным мостом через реку Шинкарка. С нашей точки зрения, это связано с тем, что сюда был привезен загрязнённый грунт для строительства моста и дороги. В точке АП-20 наблюдается превышение ПДК по цинку.

Это связано с тем, что точка находится на месте пересечения Санкт-Петербургского шоссе и ул. Блан-Менильская, которые несут максимальный автомобильный поток. Наименее загрязненной точкой является АП-12, расположенная недалеко от развалин Английского дворца.

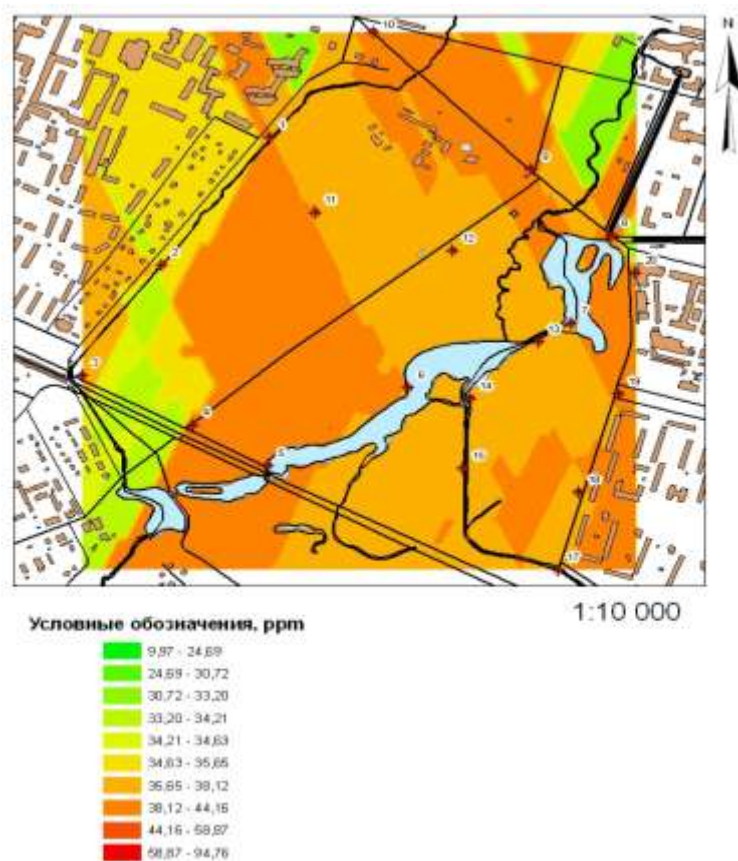


Рис. Карта пространственного распределения концентраций свинца (Pb) в почвогрунтах Английского парка г. Петергоф, 2012 г., мг/кг

Исходя из полученных данных мы можем сделать вывод: территория Английского парка может использоваться как рекреационная зона города Петергофа. Следует обратить внимание и подвергнуть очистке точки АП-14 и АП-20.

Результаты данного исследования можно использовать на уроках географии, химии, биологии, экологии и для повышения уровня экологической грамотности жителей и гостей нашего города. В перспективе планируется продолжение работы над данным проектом с целью изучения химического состава воды водоемов Английского парка.

SPECIATION OF SELECTED HAZARDOUS ELEMENTS IN SOILS WITH DIFFERENT VEGETATION COVER IN THE BLACK TRIANGLE REGION (CZECH REPUBLIC)

Udatný M., Kochergina Y., Mihaljevič M.

Institute of Geochemistry, Mineralogy and Mineral Resources, Charles University, Prague, Czech Republic

Introduction

The “Black Triangle” is a region on the German-Czech-Polish border. This area has been severely polluted by emissions from heavy industry and coal-burning power stations. The most damaged areas lie in the Ore Mountains (Erzgebirge in German, Krušné hory Mts. in Czech). Until the 1990s about 25 000 ha of dead or severely damaged Norway spruce (*Picea abies*) forests were

clear-cut, representing more than 50% of the forest area in this region. This area was subjected to extremely high levels of atmospheric pollution due to the intensive burning of locally mined lignite, or “brown coal”. The S-rich coal, for which the sulphur content ranges from 1% to 15%. Emissions of SO₂ peaked in the 1980s at 800 000 tons yearly and decreased to 50 000 tons in 2003. During the 1990s the emissions of SO₂ fell dramatically by about 90% in the Czech Republic; decreased from almost 50 kg ha⁻¹ in 1994 to 15 kg ha⁻¹ in 2005. The throughfall flux of Ca decreased from 17 kg ha⁻¹ in 1994 to 9 kg ha⁻¹ in 2005. The deposition of nitrogen ranged between 15 and 30 kg ha⁻¹ with no statistically significant trend in the period 1994–2005.

Načetín, in the Krušné Hory Mts of the northwestern Czech Republic, was chosen as representative of a contaminated site, because it neighbours industrial cities and thermal powerplants. We studied spruce, beech and unforested stands located near the border between the Czech Republic and Germany in the Ore Mountains, close to village Načetín (Czech Republic). All those stands have exhibited similar climatic and pollution conditions in the past. Average annual temperature is 6.3 °C (1991–2004), average annual precipitation is 842 mm (1991–2004). Paragneiss underlies both stands. The dominant soils are dystric cambisol with sandy–loam texture and a moder-mor type of humus horizon, whereas the base-rock at the site consists of quartzite and biotite-sillimanite gneiss of pre-Cambrian age [1, 2].

Materials and methods

Soils were sampled in Načetín located in Krušné Hory Mts. in october 2010. We took samples of 4 horizons from spruce (litter (A0), A, B and C), 5 horizons from beech (litter (A0), A1, A2, B and C) and 3 horizons from unforested area (A, B and C). Samples of soil were dried at laboratory temperature for two weeks. Dry samples were sieved (2 mm fraction) and part for BCR sequential analysis procedure and for total decomposition was milled to analytical fineness.

BCR – sequential extraction procedure [3]

In first step we determined the extractable fraction of As, Zn, Sb, Pb, Cd, Co using 0,11 M CH₃COOH. The reducible fraction was determined using 0,5 M NH₂OH . HCl, which was added to the residual soil from the first step. After steps 1 and 2 samples in the flask was shaken for 16 hours at the laboratory temperature. In the third step (oxidizable fraction): H₂O₂ was added into flask with residual soil sediment from the second step and then the flask was heated for 1 hour at than was gradually added another 10 ml of H₂O₂, after that the flask was heated for 1 hour at 85±2°C again, after that 1 M CH₃COONH₃ was added and then the flask was shaken for 16 hours. In the fourth step we determined the residual fraction [4] using 3 ml deionised H₂O, 6 M HCl and 14 M HNO₃.

Solutions of all four steps were analyzed by ICP-MS (Inductively coupled plasma – mass spectrometry). Analysis was verified using CRM 483.

Total decomposition of soil samples were done after; dry sample of soil in analytical fineness in platinum bowl was decomposed in a mixture of HF and

HClO₄ [5]. Studied elements were analyzed by ICP-MS and analysis was verified using SRM 2711.

pH values of sieved samples were measured in leachates in deionised water and in 1 M KCl. Cation exchange capacity was determined in 0,1 M BaCl₂ soil leachate [6]. Content of basic cations (K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe and Al) were determined by ICP OES, and values of exchangeable acidity and exchangeable aluminium was determined by titration 0,05 NaOH and 0,05 HCl of this solution using automatical titrator.

Results and discussion

Table 1 shows calculated values of cation exchange capacity, basic saturation, exchangeable acidity and exchangeable aluminium and pH values of soil leachates in deionised water and in 1 M KCl.

Table 1. Properties of soil samples

	BC	CEC	BS	EA	E (Al)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)
Spruce A ₀	9,22	25,52	36,12	11,84	3,56	3,36	2,48
Spruce A	3,69	34,26	10,77	19,24	9,52	3,49	2,4
Spruce B	1,23	18,65	6,61	10,24	6,24	3,65	2,82
Spruce C	0,16	5,24	3,01	2,80	2,48	4,54	4,1
Beech A ₀	18,07	30,99	58,33	9,96	1,60	3,69	2,72
Beech A ₁	7,41	34,35	21,56	17,52	8,88	3,72	2,42
Beech A ₂	1,03	14,84	6,94	8,48	3,80	3,63	2,67
Beech B	1,09	26,38	4,14	13,44	9,72	3,98	4,09
Beech C	0,21	6,99	2,97	3,64	2,88	4,55	4,14
Unforested A	2,67	24,20	11,03	12,24	7,68	4,2	3,34
Unforested B	1,18	19,13	6,19	9,36	7,32	4,41	3,56
Unforested C	0,19	11,18	1,68	5,92	3,92	4,51	3,88

BC – Basic cations; CEC – Cation exchange capacity; BS – Basic saturation;

EA Exchangeable acidity; E (Al) – Exchangeable aluminium

Values of BC, CEC, EA and E(Al) are given in (meq/100 g soil) and values of BC are given in %.

All soil samples represent acid environment, pH values are lowest in upper horizons (mainly litter A₀).

A₀ and A horizons are characterized by high values of cation exchange capacity. In this conditions heavy metals can be readily accumulated.

Extractable forms of studied elements were observed in cases of Zn, Cd and Co. Major part of As and Zn is bounded in the residual fraction. Antimony is bounded only in oxidizable and residual fraction. In case of Pb, major part of this element is bounded in reducible fraction. The highest concentrations of Sb and Pb were observed in A horizons in both forested areas, which correspond to fact that these two elements are less mobile and are bounded mainly in upper horizons, probably in organic matter. All others elements (mainly Zn, As and Co) are bounded in lower horizons (especially in C horizons); their depositions was highest in the 1970s – 1990s and in the present the depositions decrease. These elements are more mobile and were transported into lower soil horizons.

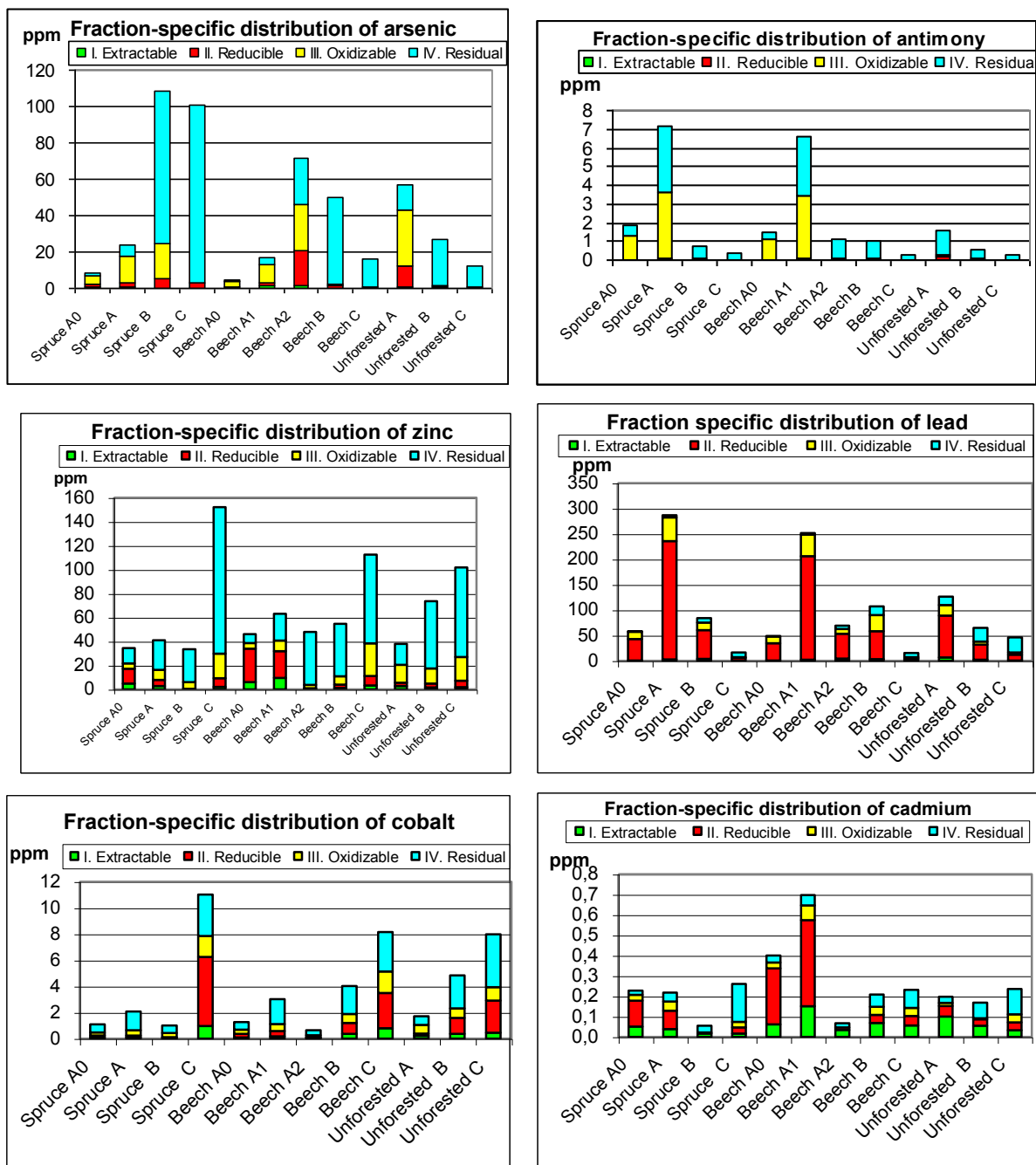


Fig. 1. Fraction specific distributions of As, Sb, Zn, Pb, Co and Cd

References:

- Oulehle F., Hofmeister J., Cudlín P., Hruška J.: The effect of reduced atmospheric deposition on soil and soil solution chemistry at a site subjected to long-term acidification, Načetín, Czech Republic, *Science of the Total Environment* 370 (2006) 532-544.
- Oulehle F., Hruška J.: Three species (*Picea abies* and *Fagus sylvatica*) effects on soil water acidification and aluminium chemistry at sites subjected to long-term acidification in the Ore Mts., Czech Republic, *Journal of Inorganic Biochemistry* 99 (2005) 1822 – 1829.
- Rauret G., López-Sánchez J.F., Sahuquillo A., Davidson C., Ure A., Quevauviller P.: Improvement of the BCR three step sequential extraction procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials. *Journal of Environmental Monitoring* 1 (1999) 57-61.

4. Sutherland R.A., Tack F. M.G.: Determination of Al, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn in certified reference materials using the optimized BCR sequential extraction procedure. *Analytica Chimica Acta* 454 (2002) 249-257.
5. Weiss D. et al.: Methods of chemical analysis of the mineral resources (in Czech; *Metody chemické analýzy nerostných surovin*) Ústřední ústav geologický, Praha 1983, 156 pp.
6. Zbíral J., Honsa I., Malý S.: *Analýza půd* (Methods of soil analysis).
7. (in Czech), Central Institute for supervising and testing in agriculture, Brno 1997, 150pp.

ВЛИЯНИЕ НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ Г.КОММУНАР «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО КАРТОННО- ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО КОМБИНАТА» (Р.ИЖОРА)

Рякшина А.Н., Сергеева С.П., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Территория Ленинградской области характеризуется хорошо развитой гидрографической сетью. Речная сеть развита по площади неравномерно, что объясняется неоднородностью рельефа, пестротой растительного покрова и почв, а также климатическими особенностями в различных частях изучаемой территории.

Самой многоводной рекой является Нева, которая с ее притоками составляет основной водный фонд, используемый для питьевых и технических нужд Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Основными левыми притоками Невы являются: Мга, Тосна, Ижора, Славянка. Река Ижора с ее многочисленными притоками и ручейками оказывает значительное влияние не только на экологическое состояние окружающей среды Гатчинского района, но и на экологию р.Невы, так как имея большой водный расход и небольшую длину, р.Ижора выносит значительную часть взвешенных частиц разрушенных горных пород, нефтепродуктов и различных химических элементов, вредных для здоровья человека.

Непосредственными объектами загрязнения окружающей среды служат основные компоненты экотопа: атмосфера, вода и почва. Косвенными объектами загрязнения являются составляющие биоценоза – растения, животные, микроорганизмы.

Антропогенная и техногенная нагрузка акватории р.Ижора интенсивная, так как она протекает пригородной зоне г.Гатчина и г.Коммунар, где находятся многочисленные промышленные предприятия, избыточными различными источниками загрязнения, такими как отходы животноводства, автотранспорта, а также химические вещества сточных вод «Санкт-Петербургского Картонно-полиграфического комбината» г.Коммунар.

Коммунар – город в Гатчинском муниципальном районе Ленинградской области. Административный центр и единственный населенный пункт Коммунарского городского поселения. Коммунар расположен на берегу р.Ижоры в 2 км. от ж/д станции Антропшино и в 25 км. от Гатчины на автомобильной трассе Гатчина-Павловск, в 35 км. от Санкт-Петербурга и примыкает к южной

границы г.Павловска. Территория г.Коммунар относится к «зоне пограничья» между Санкт-Петербургом и Ленинградской областью; в освоение «зоны пограничья» наблюдается две противоположные тенденции: размещение на ней высокотехнологических и экологически безопасных объектов со стороны Ленинградской области и вынос на пограничную полосу, а то и за нее, на областную территорию, полигонов для захоронения отходов и экологически вредных производств со стороны Санкт-Петербурга. Экологические проблемы г. Коммунар, связанные с дистанционными и местными источниками загрязнения, оказывают значительное влияние на экологическое состояние окружающей среды в окрестностях р.Ижоры.

Начало р.Ижоре дают карстовые источники в западной и южной части Ижорского плато. Основные водные ресурсы Ижорского плато связаны с подземными водами ордовикского карбонатного комплекса. Подземные воды Ижорского плато практически не защищены от поверхностного загрязнения. Потенциальными загрязняющими веществами подземных вод Ижорского плато могут служить: азотные соединения, хлориды, сульфаты, органика, нефтепродукты. Эти загрязняющие вещества представляют большую опасность для всех рек, берущих начало из подземных источников Ижорского плато, в том числе р.Ижора.

Потенциальными загрязняющими веществами подземных вод Ижорского плато могут служить: азотные соединения, хлориды, сульфаты, органика, нефтепродукты. Эти загрязняющие вещества представляют большую опасность для всех рек, берущих начало из подземных источников Ижорского плато, в том числе р.Ижора.

В бассейн реки Ижора сбрасываются сточные воды промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных объектов. Основными источниками загрязнения реки являются Пудожская птицефабрика, промузел г. Гатчина, животноводческие фермы, поля орошения и поля фильтрации, а также населенные пункты (особое загрязнение происходит от пос. Лукаши, хозяйственные стоки которого сбрасываются в р. Ижору практически без очистки).

В г. Коммунаре находятся четыре промышленных предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, связанных друг с другом общими схемами тепло, парообеспечения, и водопользования. При этом ОАО «СПб КПК» обеспечивает паром свое производство, а теплоэнергией свое производство, и все промышленные предприятия города, коммунальные предприятия и жилой фонд.

После произошедшего экономического кризиса «БФ Коммунар» перестало очищать свои стоки, в связи с чем, последние не стали удовлетворять по качеству требованиям для производства картона, и комбинат стал вынужден забирать для производства неочищенную воду из реки Ижора (взвешенные вещества 7–70 мг/л, РН 7,7–8,5). При этом сточные воды фабрик «БФ Коммунар» и «Комсомолец» стали направляться для очистки непосредственно на сооружения биологической очистки комбината, тем самым,

увеличив нагрузку на сооружения. Учитывая, что на сооружениях комбината отсутствует оборудование по очистке речной воды, в осенне-весенний период и период снеготаяния, в картонном производстве возникают значительные проблемы, связанные с поступлением загрязненной воды.

Основным загрязнителем атмосферного воздуха в г. Коммунаре являются выбросы от автотранспорта (особенно от автотранспорта сторонних организаций осуществляющих доставку грузов на предприятия города, и вывозящих готовую продукцию). По данным статистического анализа ОАО «СПб КПК» не является крупным загрязнителем селитебной зоны г. Коммунар. Показатели загрязненности атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны комбината, не превышают нормируемых величин, и по загрязнениям комбинат не оказывает вредного влияния на воздушный бассейн региона Балтийского моря.

Открытое акционерное общество «Санкт-Петербургский картонно-полиграфический комбинат» – крупнейшее в России предприятие по производству коробочного картона из макулатуры. Предприятие введено в эксплуатацию в 1982 году.

Производственная мощность картонного производства составляет 200000 тонн картона в год. Установлены 2 картоноделательные машины шириной 4200 мм каждая, одна меловальная установка, имеется свое полиграфическое производство, способное перерабатывать до 50 тыс. тонн картона в год, в заготовки коробок и пачек с многокрасочной печатью. Основным сырьем для выработки картона являются макулатура (80-85%) и беленая сульфатная целлюлоза (15-20%). При производстве картона ежегодно сохраняется от выработки 7,5 тыс. га леса. На предприятии действует замкнутый цикл водоснабжения, вместо свежей воды используется сточная вода соседнего предприятия. Современная схема очистки промышленных стоков позволяет до 50% очищенных вод возвращать на производство картона, из осадков сточных вод изготавливаются волокнистые плиты для внутренней отделки помещений. Вырабатываемый картон используется для изготовления потребительской тары для упаковки пищевых продуктов, моющих средств, обуви, парфюмерно-косметических изделий, медицинских препаратов, детских игрушек, галантерейных и хозяйственных изделий. Кроме того, освоено производство картона-основы для игральные карт, сигаретного, для спичечных коробков, облицовочного, переплетного, и картона для плоских слоев гофрированного картона. По заказам потребителей картон изготавливается в рулонах (шириной свыше 60 см), в листах, в бобинах (ширина рулона менее 60 см), в коробках и пачках с многокрасочной печатью до пяти красок (покрытых лаком, полиэтиленом – по желанию заказчика) со склейкой или без склейки бокового шва.

На комбинате имеется цех изготовления товаров народного потребления, где большую часть вырабатываемой продукции составляют скоросшиватели, папки для бумаг, картонные тарелки одноразового использования.

В состав комбината входят:

- Картонное производство со складом макулатуры и целлюлозы; заводом макулатурной массы в составе отделения роспуска полуфабрикатов, цеха подготовки макулатурной массы и химического цеха для приготовления химикатов и меловальной пасты; картоноделательного цеха в составе 2-х картоноделательных машин мощностью по 100 тыс. тонн картона в год, меловальной установки, отделения резки и упаковки картона и отделения резки малоформатных рулонов, листового картона и склеенного картона.
- Полиграфическое производство с цехами офсетной и глубокой печати, участком высечки и фальце склейки, и цехом товаров народного потребления.
- Сточные воды, образующиеся при размоле и очистке макулатурной массы, целлюлозы, промывке технологического оборудования, очистке сточных вод на ловушке Копылова и локальной очистке, в процессе формования и обезвоживания картонного полотна в вакуум формирующей части КДМ, охлаждении и уплотнении оборудования, промывке сукон, смыве полов; поступают в промышленную канализацию в количестве не более 36000 м³/сутки и направляется на физико-химическую и биологическую очистку очистных сооружений промышленных сточных вод комбината.
- Монтаж и ввод в эксплуатацию системы локальной очистки избыточных оборотных вод картонного производства позволил сократить объем забираемой на производство ижорской воды и сократить сброс очищенных стоков в реку на 600 м³/час и снизить нагрузку на сооружения биологической очистки, как по объему очистки, так и по количеству загрязнений, что положительно сказалось на качестве очистки сточных вод.

Для уменьшения вредного воздействия работающего производства на окружающую среду руководством картонно-полиграфического комбината разработаны и внедрены следующие мероприятия (устав БКФ 2003):

- разработан и согласован с Государственным Учреждением ЦГСЭН в ЛО проект нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (заключение №64 от 22.02.2002 года);
- разработан и согласован с Управлением по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Ленинградской области проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР);
- разработан и согласован с Государственным Учреждением ЦГСЭН в ЛО проект нормативов предельно-допустимых сбросов (ВСС) загрязняющих веществ, поступающих с производственными и поверхностными сточными водами в реку Ижора (заключение №47 ГР01.Т.000034.12.03. от 03.12.2003 года).
- На комбинате разработана и внедрена система экологического менеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 14001:2004.

Вопросами экологической безопасности в Гатчинском районе кроме официальных организаций (Департамент природопользования и экологической безопасности Правительства Ленинградской области) занимаются активисты общественных организаций, к рекомендациям которых в последние годы прислушивается администрация как Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Дополнительный вклад в сохранение окружающей природной среды Гатчинского района, в том числе изученной территории ОАО «СПб КПК» г.Коммунар в настоящее время вносят сотрудники лаборатории Геохимии окружающей среды РГПУ им. А.И.Герцена. Проведенные в 2011 г. Геохимические исследования проб почв и растительных фрагментов в указанной лаборатории на участке, непосредственно примыкающего к производственному целлюлозно-картонному комбинату характеризуется как оптимальное.

Основной источник загрязнения почвы и растительности в районе р.Ижоры – это автотранспорт, так как превышение ПДК, в основном, наблюдается в почвах, расположенных вблизи автодорог.

По результатам проведенных геохимических анализов установлено, что некоторые почвенные пробы и пробы растительных остатков загрязнены тяжелыми металлами: свинцом, цинком, медью, хромом и другими. Наблюдается повышенное содержание цинка, никеля, фосфора и железа в пробах растительности по сравнению с ПДК и фоновым значением загрязнения. По результатам почвенных проб можно говорить о повышенном содержании цинка, мышьяка, кобальта, хрома, марганца, фосфора и железа. Коэффициент загрязнения окрестностей г.Коммунар(р.Ижора) по почвенным пробам – 13,23, по пробам растительности – 4,21. Можно сделать выводы о том, что загрязнение окрестностей г.Коммунар не превышает норму.

На сегодняшний момент продолжается изучение экологического состояния окружающей среды г.Коммунар и р.Ижора. Зимой 2012 г. были отобраны пробы донных отложений р.Ижоры для проведения геохимического анализа. Полученные данные находятся в стадии анализа и обработки.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Васильев А.А., Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. – М.: Лесн. пром-сть.
2. Гавриленко В.В., Панова Е.Г. Введение в геохимию осадочных пород. – СПб., 2007.
3. Даринский А.В. Ленинградская область. – Лениздат, 1970.
4. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования. – М.: Академия, 2009.
5. Маринченко А.В. Экология. – М.: Академия, 2009.
6. Методика измерения массовой концентрации металлов. НПО «Спектроскан». Аттестована ФГПУ 2ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.
7. Экология. Безопасность. Жизнь. Выпуск 7.: Информационно исследовательский комплекс по программе «Школьная экологическая инициатива». – Гатчина, 1998.

8. Официальный сайт г.Коммунар. <http://www.kommunar.ru/>
9. Устав ОАО «Спб КпК», 2006. <http://spbcpk.spb.ru/>

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИРОСТА ГОДОВЫХ КОЛЕЦ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ И ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОУГЛЕРОДА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОКА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Егоров П.И., Чадов Ф.О., Фомичева М.Н.
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Рассматривая проблемы современной экологии трудно обойти вниманием вопросы безопасности развития атомной энергетики и объектов их инфраструктуры. Один из слабоизученных продуктов ядерного распада является радиоуглерод (C^{14}). Он образуется путём выбивания протона из ядра атмосферного азота при любых ядерных реакциях на планете и распространяется по всей атмосфере в виде оксида углерода, вступая в плотную химиобиологическую связь с биотой, мигрируя по трофическим цепям биосферы. Биофильный радиоактивный изотоп C^{14} приводит к генетическим мутационным изменениям растений и животных [3,4]. Сравнительно небольшой возраст данного вида антропогенного воздействия и неоднозначность его воздействия на сложные системы биоценозов требуют многопрофильного многолетнего мониторинга, природным регистратором которого является дерево. Находясь в равновесии с окружающей средой, годовые кольца запечатлевают в своём физическом и химическом составе обстановку, характерную для момента вегетации. Метод дендроиндикации изучает динамику прироста годовых колец древесной растительности. В динамике прироста древесины отражена изменчивость как биотических и абиотических процессов, так и влияния антропогенных воздействий[1]. Анализ литературных источников по данной тематике говорит о существовании устойчивой гипотезы зависимости концентрации радиоуглерода в атмосфере и прироста годовых колец [2,3,4]. На основании вышесказанного нами была проведена работа по сопоставлению данных концентрации радиоуглерода в годовых кольцах и динамики их прироста с целью установления возможной взаимосвязи.

Целью данной работы являлось установление взаимосвязи концентраций радиоуглерода в окружающей среде и динамики прироста деревьев в юго-восточной части Ленинградской области. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- произведен пробоотбор и обработка данных комплексом методов для оценки динамики прироста годовых колец.
- выявлены общие закономерности реакций древесных пород на факторы среды.
- проанализирован характер изменения концентрации радиоуглерода в древесной растительности на территории Ленобласти.

– установлена зависимость динамики прироста хвойных пород деревьев Ленинградской области от изменений концентрации радиоуглерода

Для изучения влияния концентраций радиоуглерода на рост *Pinussilvestris* и *Piceaabies*, авторами весной 2011 г. были отобраны образцы одиннадцати деревьев – сосны обыкновенной (*Pinussilvestris*) и ели европейской (*Piceaabies*) в прибрежной зоне Финского залива, в лесной зоне юго-востока Ленинградской области.

Керны деревьев отбирались буром Пресслера на высоте 1-1,5 м. Замер толщины годовых колец осуществлялся на измерительном оборудовании с точностью 0,01мм.

На основе измерений прироста годовых колец деревьев авторами построены таблицы, имеющие возможность к корреляции за период с 1955 по 2011года. На основе этих данных получен обобщённый ряд, отражающий изменчивость естественного прироста на исследуемой территории, приведённый в таб. 1. По полученным данным построен график прироста деревьев.

Таблица 1.

Матрица средних значений годового радиального прироста по 10 деревьям территории юго-восточной части Ленинградской области (значения в ед.*0,01мм).

Годы	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
9	414	353	370	346	319	356	
8	414	336	373	353	341	335	
7	385	354	362	349	349	309	
6	418	350	355	363	352	354	
5	442	369	350	365	329	335	
4		378	330	383	335	394	
3		362	331	390	325	335	
2		388	335	381	346	337	
1		373	343	381	357	356	173
0		369	354	387	355	329	361
Сумма за 10 лет	2072	3631	3504	3699	3407	3439	534
Среднее за 10 лет	207,1909	363,1455	350,4091	369,8636	340,7182	343,9455	53,35714

При статистической обработке данных использован метод нормирования измерений для получения индексов годовых колец от средней 10-летней календарной нормы[1], что позволило выровнять график, избежав возрастания кривой роста, и снизить влияние климатических факторов без потери характера динамики прироста.

Образец сосны, с самой продолжительной серией, возрастом 274лет, взятый в районе пос. Ольеши на востоке Ленинградской области, был проанализирован на активность радиоуглерода в годовых кольцах области, интервалом через 5 лет. Также на содержание C14 в годовых кольцах интервалом в 10 лет была проанализирована ель, возрастом 150 лет, произрастающая на западе, непосредственной близости к ЛАЭС. Для пробоподготовки использовалась система Sample Oxidizer Model 307 для

перевода пробы в жидкую фазу и низкофоновый сцинтилляционный счётчик Quantulus 1220. Проведенные исследования позволяют проследить уровень и региональные изменения активности радиоуглерода в растительности Ленинградской области. По полученным данным были построены графики изменения активности радиоуглерода в годовых кольцах деревьев в период с 1900 по 2010 год [5]. На их основе были выявлены тренды и некоторые ритмы колебаний абиотических факторов. В частности прослежен сходный характер поведения графиков относительно экстремальных точек, совпадающих с датами известных радиоактивных загрязнений в Северо-западном регионе. Это аварийная ситуация на ЛАЭС 1975 г., 1992г., 2001г. и Чернобыльская авария на АЭС в 1986 году.

Для определения реакции хвойных пород на изменения концентрации радиоуглерода использовался метод «наложенных» эпох [1], в основу которого легло рассмотрение значений индекса прироста годовых колец (таб.1) относительно дат экстремальных значений графика содержания радиоуглерода. Для чего нами были выделены и наложены друг на друга четырёх разных участка продолжительностью 15 лет. Прирост годовых колец анализировали за 7 лет до и 7 лет после реперных дат, принятых за «0» (1975, 1986, 1992, 2001 года). Полученные результаты в виде обобщённого графика наложения четырёх участков представлены на рис.4.

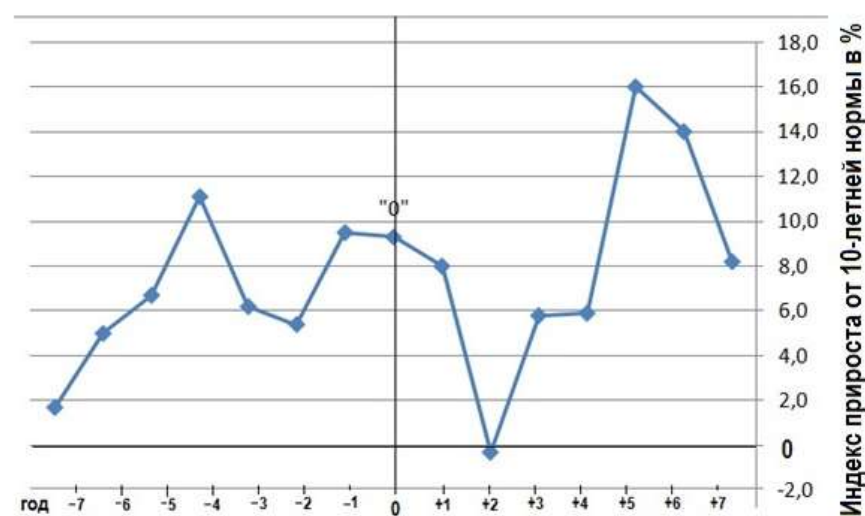


Рис.4. Использование метода «наложенных эпох» для всех крупных радиоактивных загрязнений на территории Ленинградской области. Значения индекса прироста от 10-летней нормы в % на временном участке плюс-минус 7 лет от экстремальных дат «0» (1975, 1992, 2001, 1986 гг.)

На рис.4 в индексах приведен результат обработки для приведенных выше лет, в которые фиксировались загрязнения. В ходе роста деревьев с исключительной чёткостью прослеживается резкое падение прироста деревьев, с абсолютным минимумом во 2 год после загрязнения. В последующие 4-5 лет, в зависимости от уровня загрязнения, наблюдается восстановление прироста до прежних значений. Этот эффект показывает реакцию деревьев на неблагоприятные условия, выражающиеся в аномально малых величинах прироста.

В итоге выполненной обработки данных можно сделать вывод, что при анализе факторов среды, есть все основания рассматривать изменения кон-

центрации радиоуглерода как лимитирующий фактор влияющих на рост и развитие древесных растений, наравне с другими процессами. Влияние изменений концентрации радиоуглерода рассмотренные в данной работе, несмотря на малую статистическую выборку, не противоречит сложившейся в научном мире гипотезе и является подтверждением необходимости дальнейшего изучения этой проблемы. В частности изучение влияния на различные древесные породы, в том числе и лиственные, а также расширение статистической базы данных.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

Литература:

1. Ловелиус Н.В., Егоров П.И. Реакция сосны обыкновенной на наводнения в Санкт-Петербурге // Проблемы регионального курса географии в школе и вузе: Мат. конф. – Новгород, 2006. – С. 30-34.
2. Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Маслова Е.В. Оценка техногенного воздействия на городскую среду на основе изучения геохимии донных отложений // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2008. – №2. – С. 96-99.
3. Чадов Ф.О., Кулькова М.А., Оценка содержания радиоактивного изотопа углерода в годовых кольцах деревьев на территории Тихвинской водной системы. – Тихвинская водная система: Коллективная монография / Под ред. Е.М. Нестерова, В.А. Широковой. – СПб, РГПУ им. Герцена, 2012 – С. 176-180
4. Яблоков А.В. Миф об экологической чистоте атомной энергетики. – М.: УМК «Психология», 2001. – 136с

ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА ТБО ПОСЕЛКА КРАСАВА ТИХВИНСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Дуброва С.В., СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Научный руководитель Подлипский И.И., СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Последнее десятилетие большинство полигонов ТБО, на территории области, были несанкционированны и экологически опасны для окружающей среды. Чтобы избежать экологической катастрофы, следует уделить больше внимания мониторингу и последующей рекультивации существующих мест захоронения ТБО. Данная работа направлена на выявления особенностей накопления поллютантов и путей их миграции в зоне влияния полигонов ТБО одного из наиболее загрязненных районов Ленинградской области.

Целью настоящей работы является оценка геоэкологического состояния территории полигона ТБО поселка Красава Тихвинского района Ленинградской области. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: сбор информации о районе и составление карты отбора проб;

отбор и анализ проб воздуха, поверхностных и грунтовых вод, радиационной и эпидемиологической составляющей полигона; анализ грунтов на глубинах 0-2 м; выявление особенностей накопления и миграции поллютантов; составление рекомендаций по обращению с загрязненными грунтами.

Свалка находится в 5 км на юго-восток от города Тихвин по Красавскому шоссе. Занимает территорию 10 га. В 500 м на северо-восток от полигона протекает Графский ручей, впадающий в Безымянные пруды. К югу от поселка Красава находятся торфоразработки (Ларьянское). Полигон ТБО исследовался в 2011 году. Было отобрано 15 проб из 15 скважин, глубиной 2 м. Анализ проводился по 30 элементам и 4 органическим соединениям. Подстилающие грунты представлены супесью (по периметру зоны складирования) и суглинками (в центре исследуемого участка).

Проводилась оценка состояния поверхностных и грунтовых вод, воздуха, радиационных и санитарно-эпидемиологических параметров территории. Были рассчитаны коэффициенты концентраций по отношению к фоновым значениям и ПДК, суммарный показатель загрязнения. Данные по химическому составу почво-грунтов проходили математическую обработку с использованием программ Statistica 6.0 и Stata 9.0. При статистическом анализе вся информация была разделена на два блока: содержание тяжелых металлов и органических поллютантов (среди металлов анализ проводился как по классам опасности, так и по подгруппам d-элементы, p-элементы, s-элементы).

Превышений норматива для большинства макро, микроэлементов и азотных соединений в воде поверхностных водоемов не зафиксировано. В грунтовых водах наблюдается повышение минерализации. Превышение ПДК в атмосферном воздухе зафиксировано только по кумолу. Грунты не загрязнены патогенной микрофлорой, яйцами гельминтов. Ареолы рассеяния смещены на северо-восток. В общем, загрязнение локализовано в области полигона. Область с максимальными значениями суммарного показателя загрязнения находится в зоне локализации свалочных масс. Ореол почво-грунтов «умеренно опасной» категории загрязнения распространяется на территории полигона и на северо-запад от зоны складирования.

Кислотность почв увеличивается по мере удаления от полигона: от 7 усл.ед. в контуре локализации полигона до 3,2 усл.ед. на 100 м удалении. При этом почвы Тихвинского района, преимущественно представленные заболоченными песчаными грунтами, сильноокислые – среднее значение pH 3.8. Они бедны Mg, но в области локализации полигона он вымывается из отходов и повышает уровень pH до нейтральных значений. В результате, окружающие свалочные массы, почвы выступают как кислый барьер на путях миграции Be, Ba, Se, Zr, Mo, Ga. Максимальные концентрации элементов зафиксированы в контуре полигона с нейтральными и слабокислыми почво-грунтами. Их поведение зависит в большей степени от физико-химических свойств и ассоциаций с Fe и Mn.

Таким образом, на полигоне ТБО можно выделить три основных геохимических барьера: окислительно-восстановительный, представленный образованиями Fe-Mn конкреций, кислотно-щелочной техногенного происхождения, и сорбционный (отрицательный заряд скапливается на поверхности глинистых минералов, где в результате катионного обмена могут осаждаться большинство тяжелых металлов).

В результате статистического анализа в каждой группе элементов по классам опасности были выделены геохимические ассоциации элементов: 1 класс опасности – Hg, Pb, Cd, As, Zn, 2 класс опасности – Cu, Cr, Sb, 3 класс опасности – Ba, Sr, 4 класс опасности – Ag, P, Sn. Такие элементы, как Hg, Pb, Cd, As, Zn, Cu, Cr, Ba, P, являются основными поллютантами на территории полигона. Средние значения концентраций тяжелых металлов в супесях больше, чем в суглинках. Среди (s-, p-, d-) подгрупп элементов так же были выделены геохимические ассоциации элементов со схожими миграционными характеристиками и физико-химическими свойствами: d-элементы – Zn, Cu, Ag, Cd, Hg, Cr и Ti, Zr, Nb, p-элементы – P, Sn, Sb, Pb, s-элементы – Ba, Sr и Li, Be. Средние значения концентраций p- и d-элементов в суглинистых почвах меньше, чем в супесчаных. Среди элементов всех классов разброс значений концентраций в супесях значительно меньше, чем в суглинистых почвах. Это может быть связано с локализованным повышением концентраций токсикантов в свалочных массах.

В зоне локализации свалочных масс концентрации цинка превышают ПДК в 14 раз, свинца в 13. По мере удаления от зоны локализации эти значения уменьшаются. Для органических поллютантов в зоне свалочных масс превышения ПДК составили 3700 раз для нефтепродуктов, 400 для метаболитов, 250 для полихлорированных бифенилов. Аналогично по мере удаления от полигона эти цифры уменьшаются, но даже на расстоянии 100 м концентрации нефтепродуктов превышают ПДК в 500 раз. По бенз(а)пирену превышения ПДК на территории полигона ТБО не выявлено. Максимальные концентрации по всем органическим поллютантам зафиксированы в супесчаных почвах.

По результатам проведенной оценки территорию полигона (включающую зону складирования и прилегающие территории) следует разделить на три зоны: зона локализации свалочных масс, и прилегающие области в 50 и 100 м. Данное деление связано с тем, что основные повышения концентраций наблюдаются в непосредственной близости от источника загрязнения (зона складирования). В области 50 м концентрации поллютантов значительно уменьшаются и уже в 100 метровой области превышений ПДК практически не наблюдается. Таким образом, рекультивацию полигона, включающую зону складирования и прилегающие территории, следует проводить в три этапа: подготовительный (по периметру дренажная канава 2 м и ограждение 4 м для задержки легких фракций); технический

(очистка прилегающей территории 50-ти м. зоны); биологический (озеленение санитарно-защитной зоны вокруг полигона).

В результате описанных мероприятий, появляется возможность уменьшить зону отчуждения с 500 м (нормативно установленной) до 200 м на полигоне ввиду особенностей распространения поллютантов (геохимических аномалий). В дальнейшем нами планируется составить релевантную и, главное, пертинентную модель рекультивации на примере полигона ТБО п. Красава Тихвинского района, техническое заключение и бюджетирование. Она может применяться для рекультивации всех несакционированных свалок и полигонов Ленинградской области со схожими геологическими условиями. В данной модели будут учитываться все геохимические ассоциации и закономерности миграции групп элементов, что сократит финансовые расходы, время уже на этапе оценки полигонов ТБО, а также способствует рационализации использования земельных ресурсов.

РАДИОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ Г.ТОМСКА. ВКЛАД РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЛУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

Гасанова Э.Р.

Научный руководитель: профессор Мананков А.В.

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г.Томск

Радиационную обстановку в Томской области на протяжении ряда лет формировали нижеперечисленные факторы и события:

- Глобальные выпадения радионуклидов, обусловленные проводившимися ранее ядерными испытаниями;
- выпадения радионуклидов после атомного взрыва на общевойсковых учениях 14 сентября 1954 г. на Тоцком полигоне между Самарой и Оренбургом;
- загрязнение территории и объектов окружающей среды техногенными радионуклидами вследствие эксплуатации предприятий ядерного топливного цикла и хранилищ радиоактивных отходов на Сибирском химическом комбинате (СХК), а также вследствие аварий;
- вторичное загрязнение приземной атмосферы радиоактивными веществами вследствие ветрового переноса их с почвы (с территории Казахстана);
- загрязнение атмосферы радионуклидами вследствие космического излучения;
- загрязнение атмосферы естественными радионуклидами (ЕРН);
- выделение радона-222 из почвы, стройматериалов и стен помещений;

– потери источников ионизирующих излучений (ИИИ), применяемых в промышленности и пр.

В нормальных условиях, при отсутствии радиационных аварий и техногенных загрязнений, основную часть дозы облучения население получает от естественных источников радиации (космическое излучение, излучение от рассеянных в земной коре, почве, воздухе, воде калия-40, урана-238, тория-232, продуктов распада урана и тория).

Интерес к воздействию радиации на организм возник почти одновременно с ее открытием. Длительное время считалось, основную долю облучения населения получает благодаря загрязнению окружающей среды техногенными радионуклидами (предприятия ядерного топливного цикла, производство и испытания ядерного оружия в стратосфере и тропосфере Земли, медицинские исследования, АЭС, радиационные установки и др.), поэтому нормированию подлежали только искусственные источники ионизирующего излучения. Общий вклад источников естественного облучения долгое время игнорируется, т.к. существовало убеждение, что он не зависит от человека, существовало на Земле с момента ее зарождения и существенного влияния на здоровье человека не оказывал.

С начала 80-х годов, как в зарубежной, так и в отечественной литературе появилось значительное количество исследований, посвященных не только проблемам искусственного облучения, но и проблемам радиационного воздействия природных источников ионизирующего излучения на здоровье человека. Источником ионизирующего излучения может быть космический объект, земной объект, содержащий радиоактивный материал или техническое устройство, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение.

По данным международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), небольшая часть среднемировой дозы облучения (более 80% от большей), получаемой населением в обычных условиях, связана именно с природными источниками радиации. Средняя доза облучения благодаря естественным радионуклидам (ЕРН) по России составляет более 70%. Более половины этой дозы обусловлено присутствием тяжелого радиоактивного газа радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) – изотопов ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{218}Po в воздухе, в т.ч. и в зданиях. Население развитых стран проводит в жилых и производственных помещениях не менее 80% времени.

Структура доз облучения населения России основными источниками ионизирующего излучения (по данным Госкомсанэпиднадзора России):

- Космическое излучение: 14,0%;
- Техногенные источники: 1,0%;
- Радон и его ДПР (грунты) и строительные материалы: 56,0%;
- Рентген-диагностика: 28,0%;
- Радионуклидная диагностика: 1,0%.

Структура доз облучения населения России основными источниками ионизирующего излучения (по данным Госкомсанэпидемнадзора России)

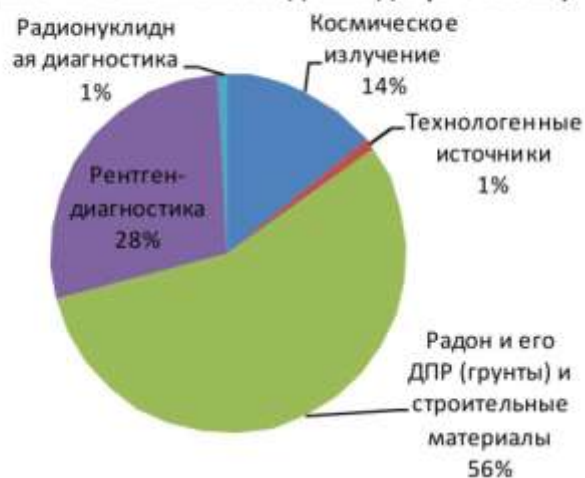


Рис. 1. Структура доз облучения населения России основными источниками ионизирующего излучения (по данным Госкомсанэпидемнадзора России)

Существуют некоторые расхождения в процентной оценке вклада каждого источника излучения. Это обусловлено многими факторами: уровнем природной радиоактивности и плотностью населения, особенностью техноген-

ного загрязнения и медицинской практикой и др. Однако все исследования сходятся во мнении, что основную долю облучения вносят естественные источники ионизирующего излучения.

В ряде развитых стран в рамках национальных, региональных исследовательских и правительственных программ в последнее десятилетие проводятся работы по оценке доз облучения от естественных радионуклидов. В России с этой целью в 1994 г. была принята Федеральная целевая программа «Радон», направленная на ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. В последние годы проведены результаты научных исследований по выявлению радоноопасных территорий Уральского округа, Красноярского края, г. Тюмени, г. Кемерово, г. Томска и др.

Характеристика радона как основного источника радиационной опасности

Наиболее важное эколого-гигиеническое значение из радионуклидов, представляющих урановое и ториевое семейства, вносящих наибольший вклад в дозу облучения от естественных источников, имеют радон-222, радон-220. Эти радионуклиды распространены во всех объектах окружающей среды. В определенных количествах они всегда содержатся в теле человека.

Радон – это природный радиоактивный газ, образующийся в результате распада радия-226 в ряду естественного урана.

Радон-222 примерно в 20 раз важнее, чем радон-220 (имеется в виду вклад в суммарную дозу облучения).

Исследование естественной радиоактивности территории г. Томска

Изучение радиоактивности на территории Сибири и Алтая берет свое начало с 1867 года, когда начали изучаться теплые источники Белокурихи в качестве целебной воды при различных желудочных заболеваниях. Исследования явления радиоактивности на территории г. Томска впервые проведены в

1904 году профессором ТГУ П.П. Орловым. Близ деревни Заварзино он обнаружил ключ с большой активностью ($76,5 \times 10^{-10}$ Ки/л). Летом 1924 года по предложению М.Г. Курлова и по поручению доктора В.Я. Штамова профессором М.П. Орловой были исследованы воды родника «Таловые чаши» близ села Петухово, также окруженные отложениями известкового туфа, с активностью $16,4 \times 10^{-10}$ Ки/л. В целом было установлено, что воды г. Томска отличаются повышенной активностью (Дальний ключ, Сборный университетский колодец, ключ на берегу р.Томи, ключ на берегу р.Ушайки за каменным мостом, колодец Заисточный, колодец на Ярлыкской улице).

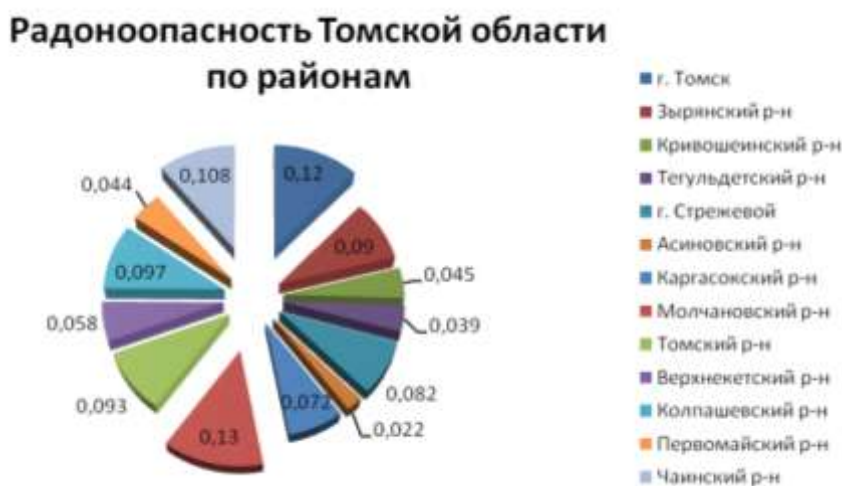


Рис. 2. Радоноопасность Томской области по районам

В последние годы на территории г.Томска активными темпами идет освоение подвальных помещений с целью их использования под магазины, компьютер-

ные игровые клубы, мастерские, офисные помещения и спортивные секции. При проектировании жилых и общественных зданий необходимо предусматривать меры защиты помещений от повышенного поступления радона. Одним из условий является выбор под строительство участка с низким выделением радона из грунта, т.к. в домах, построенных на участках с высокой интенсивностью выделения радона с поверхности земли, эквивалентная равновесная объемная активность короткоживущих продуктов распада радона в воздухе нередко превышает допустимый уровень в десятки раз. Важнейшим путем снижения поступления радона в жилища является оценка потенциальной радоноопасности территории застройки с целью определения требуемой радонозащиты зданий и сооружений. Однако существующие исследования показывают численную оценку различия между потоками радона, измеряемыми до и после устройства котлована. При этом более достоверную оценку радоноопасности грунтового основания здания отражают результаты измерения потоков радона после устройства котлована на уровне заложения подошвы фундамента будущего здания. Показано, что эти потоки радона могут отличаться в несколько раз, что может исказить результат оценки радоноопасности территории застройки, базирующейся на измерениях потоков радона не на уровне дна котлована, а до его устройства.

Центр Госсанэпиднадзора Томской области с 1994 г, а ЦГСЭН в г.Томске с 1995 года организовали контроль радиационного качества земельных участков и зданий по уровню γ -излучения и содержанию радона в воздухе. По результатам радиационного контроля к наиболее радоноопасным участкам относятся г.Томск, Чаинский и Молчановский район.

Основные выводы о радиационной обстановке

Радиационная обстановка на территории области в 2010 г. по сравнению с прошлыми годами продолжала постепенно улучшаться в результате естественных процессов самоочищения природной среды от радиоактивного загрязнения, а также в результате остановки всех реакторов на СХК.

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2010 г., повсюду было незначительным. Ядерных и радиационных аварий на радиационноопасных объектах не было, радиоактивного загрязнения окружающей среды не зарегистрировано.

Нормы и правила в сфере радиационной безопасности организациями в основном выполняются, выявленные нарушения не привели к облучению персонала и населения, а также не привели к загрязнению окружающей среды.

Содержание радионуклидов в питьевой воде, пищевых продуктах, атмосферном воздухе намного ниже допустимых концентраций.

Радиация не является ведущим фактором вредного воздействия на здоровье населения. Наибольший вклад в коллективную дозу облучения населения Томской области вносят природные источники ионизирующего излучения (радон в воздухе помещений) и медицинское облучение, на долю всех иных источников приходится менее 1%.

Таким образом, в 2010 г. радиационная обстановка на территории Томской области по сравнению с предыдущими годами существенно не изменилась и остается удовлетворительной и стабильной.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОФИЗИКИ В ГЕОЭКОЛОГИИ

Круглов Н.В., Карлович И.А., Владимирский государственный университет

Геофизика (от греч. *ge* – Земля и *phisis* – природа) – наука о строении, физических свойствах и процессах, происходящих в твердой, жидкой и газообразной оболочках Земли. Цель геофизических исследований состоит в получении наиболее достоверных сведений о строении недр земли, ее водной и воздушных оболочек, в изучении происхождения и развития нашей планеты. Геофизика, находясь на стыке точных и естественных наук (физики, математики, химии, астрономии, географии, геологии и др.), рассматривает Землю как единое сложное и непрерывно меняющееся физическое тело. (Вахромеев Г.С.). Объектом исследований геофизики в геоэкологии является верхняя часть литосферы. Физико-математические основы геофизики, заложенные трудами И. Ньютона, М.В. Ломоносова, Г.В. Рих-

мана, В. Франклина, Ш. Кулона, А. Лежандра, П. Лапласа, С. Пуассона, К. Гаусса, Д. Грина, А.В. Остроградского, А. Беккереля, Э. Вихерта, Б.Б. Голицына и др. В последние годы в рамках этой науки стала интенсивно развиваться техногенная геофизика, занимающаяся методами мониторинга, т.е. системой изучения, слежения и контроля за состоянием среды в результате деятельности человека (в том числе контроля загрязнения и экологической охраны подземных вод и геологической среды).

Основной предмет исследования физики вод суши с позиции геоэкологии – это реки, озера, водохранилища, ледники, подземные и поверхностные воды, а физики моря – моря и океаны. Задачей физики вод суши является исследование физических процессов: испарения в природных условиях; нагревания и охлаждения водоемов, образования, нарастания и исчезновения льда; формирования и таяния снежного покрова и др. Физика моря изучает в основном физические, химические, геологические и биологические процессы, протекающие в океанах и морях, взаимодействия океана и атмосферы и т.д. Для понимания процессов, происходящих в гидросфере, необходимо знать свойства воды как физической тела. Поэтому гидрофизика тесно связана с собственно физикой. Из общефизических вопросов гидрофизика изучает молекулярное строение воды во всех ее агрегатных состояниях, физико-механические, радиационные, оптические, акустические, электрические и другие свойства воды, водяного пара, снега и льда. Базируются гидрофизика на метеорологических, актинометрических, аэрологических и радиометеорологических наблюдениях (Вахромеев Г.С.). К основным геофизическим понятиям и определениям, используемых в геоэкологии, относятся геофизическое поле и его характеристики – геофизический параметр (величина), напряженность, градиент и геофизическое явление[1,2]. Физическое поле – это конкретная форма существования материи, связывающая элементарные частицы вещества друг с другом в единые системы и перемещающие с конечной скоростью действие одних частиц на другие (т.е. осуществляющие взаимодействие этих частиц). По происхождению геофизические поля разделяются на естественные и искусственные. В геоэкологии широко практикуется создание электрического, электромагнитного, сейсмического поля (поле упругих колебаний, вызванное путем взрывов), вторичных ядерных излучений и др. Геофизические поля позволяют изучать внутреннее строение, объекты и их физико-химические свойства. Изучение геофизических полей начинает иметь большое значение в геоэкологии. Установлены тесные зависимости между, магнитной активностью, различными природными процессами и самочувствием людей. Геофизическое поле характеризует пространственное распределение геофизических параметров, которые изменяются во времени, что позволяет определять состояние геообъекта в любой отрезок времени после антропогенного воздействия. *Геофизическое явление* – это определенный физический процесс, сопровождающийся резким (качественным) изменением состояния геофизических полей или отдельных их сторон. Примеры геофизических явлений: полярные сияния, магнит-

ные бури, грозы, землетрясения, движение магнитных полюсов, образование и таяние льда и снежного покрова, снежные лавины, сели, земные и морские приливы и т.д.

В настоящее время насчитывается более сотни методов, направленных на получение информации о физико-химическом состоянии и строении литосферы, на изучение физических процессов и явлений, происходящих на поверхности Земли, в атмосфере, гидросфере и околоземном пространстве, а также на установление механизма взаимного влияния геосфер. По месту проведения они подразделяются на воздушные, аэрокосмические, наземные, морские и подземные; по видам физических полей и изучаемым физическим свойствам – на гравиметрические, сейсмические, магнитные, ядерно-физические, термические и др.; по способу изучения и передачи информации – на дистанционные и непосредственного измерения на месте.

В зависимости от поставленных целей методы геофизических исследований в геоэкологии делятся на две группы. Одна из них включает методы изучения строения, состава и свойств компонентов природы, другая – методы изучения геофизических полей, величин и явлений. *Методы исследования строения, состава и свойств геоэкологических объектов* включают в себя методы прямого и косвенного зондирования. *Метод прямого зондирования* позволяет определять интересующий параметр путем непосредственных инструментальных измерений. Эти методы взаимно дополняют друг друга, но при решении основных геофизических задач главными являются стационарные наблюдения и теоретический анализ (Чечкин С.А). *Метод стационарных наблюдений* служит для визуальной оценки геофизических явлений (снежные лавины, сели, песчаные бури, полярные сияния и т.д. *Метод теоретического анализа* является завершающим звеном обобщения данных наблюдений и измерений, проводимых комплексом методов.

Таким образом, в геоэкологии начали использовать комплекс геофизических исследований во всех компонентах природы.

Литература:

1. Вахромеев Г.С. Экологическая геофизика. – Иркутск: Изд. Иркут.гос. техн. ун-та, 1994.
2. Чечкин С.А. Основы геофизики. – Л.: Гидрометеоздат, 1990.

МОНИТОРИНГОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА В ОЗЕРАХ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

Шарафутдинова Г.Ф., РГГМУ, СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Официально мониторинг поверхностных вод суши в нашей стране проводится Федеральным агентством водных ресурсов и Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Активное участие в нем принимают так же научные организации субъектов РФ.

Следует различать экологический и геоэкологический мониторинги. В данной работе автор придерживается следующих определений: *экологический мониторинг водных объектов* есть система наблюдений, оценки и прогноза состояния водных экосистем; *геоэкологический мониторинг* – информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей при этих изменениях на фоне природных процессов.

Наблюдения за скоростью новообразования органического вещества (первичной продукцией), традиционно проводят в рамках экологического мониторинга. Его отсутствие в перечне параметров геоэкологического мониторинга, который, в свою очередь, подразделяется на физико-химическое (геофизическое) и гидробиологическое (биологическое) направления, говорит нам о том, что систематически данный параметр не рассматривают как «маркер» антропогенного воздействия.

Между тем такое свойство как, как продуктивность экосистемы, а именно отношение скорости новообразования органического вещества к скорости его разложения (P/D отношение) трудно переоценить, особенно в контексте антропогенного воздействия. Ведь фитопланктон является первейшим чувствительным водных элементов экосистем, способным быстро реагировать на изменившуюся «биогенную обстановку» в водоеме, которая так часто меняется с проявлением человеческой деятельности на водосборе.

Обычно такой параметр как первичная продукция (ПП) используется для определения трофического статуса водоема. В последнее же время для определения кормности (трофности) водоемов предложено большое количество косвенных показателей [1], однако параллельное их использование дает весьма противоречивые результаты.

При всей очевидной важности и, в некоторых случаях, необходимости мониторинг первичной продукции совершенно не налажен. Возможно, это связано с трудоемкостью метода или необходимостью затраты времени на экспозицию проб (обычно 1 сутки). Исключения связаны лишь с личным энтузиазмом научных работников.

Целью настоящего исследования было обобщить данные по первичной продукции озер, собранные на территории Карельского перешейка. В частности, рассмотреть временной и пространственный аспекты изменения данного параметра и объяснить полученные закономерности.

В работе были использованы как литературные данные [2, 3, 4, 5, 6, 7], так и данные натурных наблюдений.

Автором была сделана попытка наладить мониторинговые наблюдения на трех различных озерах на севере Карельского перешейка. Первичная продукция изучалась ежемесячно в озерах Малое Ровенское, Малое Бородинское и Холмово в период с мая по сентябрь 2010-2011 гг. и в озере Суури один раз в год (июль/август) с 2009 по 2012 гг. с помощью скляночного метода в кислородной модификации [8].

При обработке данных по всем озерам использовались значения скорости фотосинтеза при оптимальных условиях ($A_{\text{опт}}$), которая измеряется в $\text{мгO}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$. В большинстве случаев $A_{\text{опт}}$ была зафиксирована в поверхностном горизонте озер, реже на горизонтах равных 0,5 и 1 прозрачности. Всего – 39 озер. Были рассмотрены данные за 54 года, с 1958 по 2012 гг. Самый большой период, за который нет информации по первичной продукции Карельского перешейка, – 16 лет с 1990 по 2006 гг.

Обобщив данные, получили, что за рассмотренный период времени скорость новообразования органического вещества в озерах Карельского перешейка изменялась в следующих пределах: минимальное значение было зафиксировано в озере Охотничье в 1977 году и составило 0,09 $\text{мгO}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$, а максимальное – в оз. Вишневское в 1972 и составило 4,95 $\text{мгO}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$. Оба озера располагаются в центральной части Карельского перешейка на расстоянии ≈ 15 км друг от друга. Необходимо отметить, что максимальное значение достаточно резко выделяется из общего ряда. Трехсреднее значение, используемое при анализе малых выборок, оказалось равным 0,68 $\text{мгO}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$.

Анализ пространственной изменчивости данного параметра в таком небольшом географическом масштабе подтвердил теорию об увеличении продуктивности экосистем от высоких широт к низким [9]. Это связано как с увеличением количества света и тепла в более южных районах, так и с увеличением плотности населения при продвижении на юг.

Анализ временной изменчивости показал небольшую тенденцию на увеличение скорости фотосинтеза в озерах с 1958 до 2012 гг.

Необходимо отметить, что «пространственный» тренд значений – более крутой, чем «временной». Так с 1958 по 2012 гг. в среднем значения увеличились на 6%, а с севера на юг полученное увеличение – 16%. Это представляется вполне закономерным. Более благоприятные условия для развития фитопланктона (больше света, теплее) в южной части любой рассматриваемой территории были всегда, тогда, как антропогенный фактор, выраженный в увеличении ПП со временем, – гораздо «моложе».

Все рассмотренные озера были поделены на четыре группы по месторасположению на рассматриваемой территории. Диапазоны значений и средние величины ПП представлены в таблице 1, а местоположение озер согласно выделенным группам обозначено на рисунке 1.

Таблица 1.

Диапазоны и средние значения ПП в $\text{мгO}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$. для выделенных групп озер Карельского перешейка

	«Север»	«Приладожье»	«Центр»	«Юг»
диапазоны	0,27-1,30	0,15-0,72	0,09-4,95	0,26-1,38
среднее	0,78	0,36	1,03	0,63
n	19	4	34	4
кол-во озер	12	5	19	4

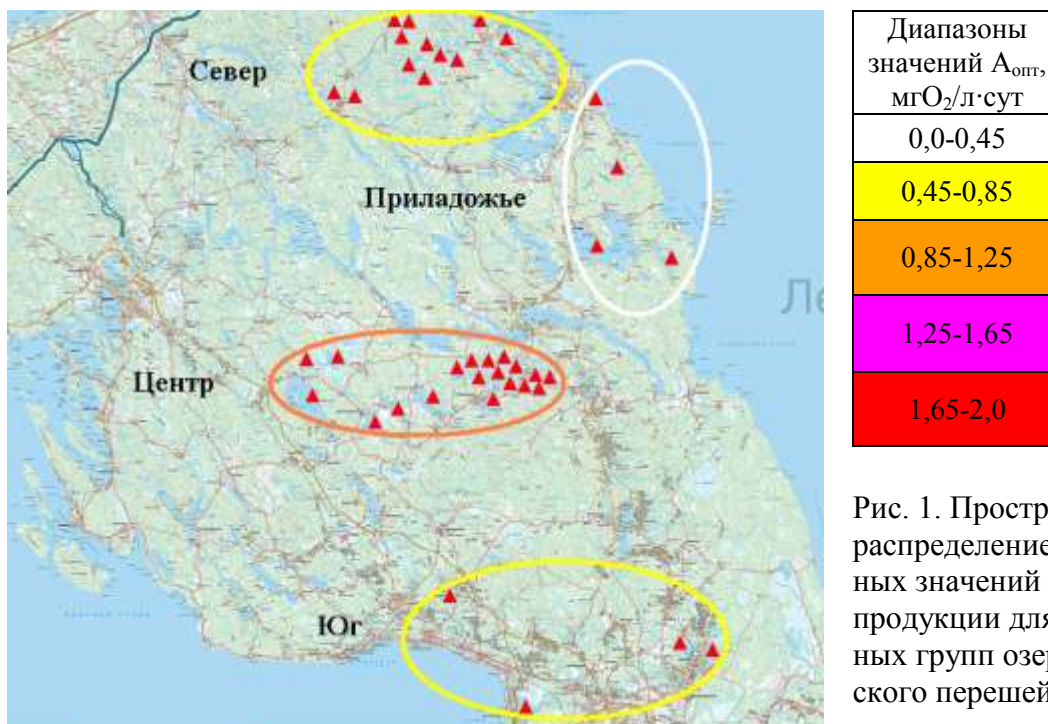


Рис. 1. Пространственное распределение усредненных значений первичной продукции для выделенных групп озер Карельского перешейка

По усредненным данным наиболее продуктивной оказалась группа озер «Центр», что возможно связано с наилучшей изученностью этого района, которая выражается в большом количестве исследованных озер и продолжительности исследования. Ведь, как известно, ПП высоко варьирующий показатель, так одно и то же озеро в различные годы может быть отнесено к различным классам трофности. Группа озер «Приладожье» оказалась наименее продуктивной, что, скорее всего, связано с характером водосбора прилегающей местности. Как ни странно, но группы озер «Юг» и «Север» оказались примерно в одном диапазоне значений ПП и заняли промежуточное положение.

Среди всех рассмотренных выше озер только одно можно отнести к эвтрофному классу – оз. Вишневоe, расположенное в центральной части. Подавляющее большинство исследованных озер относится к мезотрофному (вторично-олиготрофному) классу [10]. И только пять озер относятся к классу малопродуктивных (первично-олиготрофных) водоемов – оз. Снегковское, оз. Воробьево, оз. Тюлень-зап., оз. Тюлень-вост. и оз. Охотничье, два из группы «Приладожье» и три из группы «Центр».

Такой параметр как первичная продукция фитопланктона является высоковарьирующим, вследствие своей высокой чувствительности. Даже продолжительные исследования на одном озере зачастую не дают возможности для получения удовлетворительных обобщений, которые можно было бы использовать для прогноза изменений уровня трофности в других озерах. Выше было наглядно продемонстрировано, что чем большие усреднения мы совершаем, тем более грубые выводы получаем.

Тем не менее, данный показатель является очень важным, особенно при проведении геоэкологического мониторинга. Мониторинговые наблюдения

не только статических показателей, но и динамических характеристик систем – следующий шаг в развитии экологического подхода. Получение систематической информации о скоростях различных процессов даст возможность для создания новых более точных моделей экосистем.

Автор благодарит аспирантку кафедры геологии и геоэкологии РГПУ им. А.И. Герцена Петрову А.Н. за помощь в отборе проб в 2010 и 2011 гг.

Литература:

1. Дмитриев В.В., Панов Е.Т., Пряхина Г.В. Методические указания по учебно-производственной практике «Экологическое состояние водных объектов»: Учебно-метод. пособие. – СПб.: ВВМ, 2010. – 116 с;
2. Балашова Т.И. Влияние минеральных удобрений на гидрохимический режим и первичную продукцию малых озер Карельского перешейка (1961-1965). – Изв. ГосНИОРХ, 1972, т.79. – С.4-29;
3. Жадин В.И., Жарова Т.В., Озерецковская Н.Г. О применение радиоуглеродного и кислородного методов при изучении первичной продукции оз. Красавица // Первичная продукция морей и внутренних вод. – Минск: Мин. высш., ср. спец. и проф. образ. БССР. 1961 – С. 195-203;
4. Озерецковская Н.Г., Жарова Т.В., Рождественская Н.В., Смирнова Н.Ф. Сравнительно-методическое изучение первичной продукции водоемов Приладожья. - В кн.: Гидробиологические исследования самоочищения водоемов. Л., 1976, с. 44-58;
5. Трифонова И.С. Состав и продуктивность фитопланктона разнотипных озер карельского перешейка. – Л.: Наука, 1979, 168 с;
6. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. – Л.: Наука, 1990, 184 с;
7. Трифонова И.С., Петрова А.Л. Содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза фитопланктона // Экология зарастающего озера и проблема его восстановления. СПб: Наука, 1999. – С. 133-142;
8. Винберг Г.Г. Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. К вопросу о балансе органического вещества. // Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1934, Сообщ. 1, 18. – С. 5-24;
9. Бульон В.В. Закономерности первичной продукции в лимнических экосистемах. – СПб: Наука, 1994. – 222 с.
10. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. – Минск., 1960. – 329 с.

ФИТОСТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ.

*Есенина А.В., РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург
Киричкова А.И., ВНИГРИ, г. Санкт-Петербург*

Триасовые отложения на всей территории Тимано-Печорской провинции составляют одну из перспективных структур на углеводороды. Они представлены континентальными дельтовыми, аллювиальными, озерно-аллювиальными осадками, что определило их сложное пестро-фациальное строение по разрезу и по латерали, а также сложный характер размещения продуктивных толщ. Перспективность триасовых отложений на нефтегазоносность доказана открытием более 30 месторождений: нефтяные за-

лежи вала Сорокина – Варандейское, Торавейское, Наульское, Лабаганское и др., газонефтяные залежи Харьягинского месторождения на севере Колвинского мегавала, газовые и газоконденсатные – в пределах Лайского и Шапкина-Юрьяхинского валов. Все это обуславливает постановку детальных исследований по стратиграфии, по выявлению седиментологических особенностей в осадконакоплении триасовых толщ, по детальному палеонтологическому обоснованию возраста и латеральной корреляции сложно-фациальных продуктивных толщ [5].

Основным принципом при изучении континентальных отложений, триаса Тимано-Печорской является комплексность, т.е. использование результатов, полученных разными методами исследований – палеонтологического, литологического, тектонического, геофизического. При обосновании границ отделов и ярусов в таких отложениях после палеонтологического, не менее важными становятся данные исследований по литологии, фациальному разнообразию и выявлению особенностей строения разрезов. На территории Тимано-Печорской провинции триасовые отложения представлены главным образом нижним и средним отделами. Нижний – это четко различающаяся красноцветная толща, которая перекрывается еще более мощными пестроцветной и сероцветной толщами среднего триаса [5].

На первых этапах исследований данной провинции [1, 3, 10, 11] отложения триаса по преобладающему цвету пород были подразделены на три толщи – красноцветную (нижний триас), пестроцветную (средний триас) и сероцветную (поздний триас). Цвет пород, как выяснилось позднее, свидетельствует об изменениях климата во времени и, как следствие, соответствующих изменениях фациальной и геохимической обстановок в бассейне осадконакопления.

Среднетриасовые отложения распределены по всей территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и вскрыты большим количеством скважин. Эти отложения на всей территории провинции представлены пестроцветной и сероцветной толщами, мощностью до 1500 м, которые переслаиваются глинистыми и песчаными породами.

Территория Тимано-Печорской провинции включает две крупные тектонические структурно-фациальные области: Предуральскую и Печорскую [6]. Предуральская фациальная область, соответствующая территориально тектонической структуре, т. е. Предуральскому краевому прогибу, подразделена на две лито-фациальные зоны – Коротайхинскую и Большесынинскую. В пределах Печорской фациальной области, или Печорской синеклизы, выделено две лито-фациальные зоны: Печорская и Хорейверская. Зоны выделяются на основании различного строения и состава отложений, а так же имеют свой определенный палеофлористический состав. Каждая зона имеет свое посвитное расчленение. Корреляция проводится на основании споро-пыльцевых данных и данных по флоре и фауне.

К началу среднего триаса характер условий осадконакопления существенно изменяется в силу значительного сглаживания водораздельных территорий даже в пределах Предуральяского прогиба. На всей территории провинции начинает преобладать озерный режим осадконакопления с широким распространением песчано-алевролитоглинистых фаций [5]. Континентальный генезис триасовых отложений предполагает отсутствие в них остатков морской фауны. Отложения охарактеризованы многочисленными остатками фауны позвоночных, пресноводной фауной в виде конхостраков и редких остракод, макроостатками растений, но более всего миоспорами. Характерные для нижнего триаса макроостатки растений довольно редки и встречены в низах толщи. Верхняя половина триасовой толщи богата макроостатками растений, составляющие единый комплекс. Миоспоры присутствуют повсеместно и характеризуют весь разрез. Что касается наземной палеофлоры, то в ее составе на границе раннего и среднего триаса произошла коренная перестройка как на территории Тимано-Печорской провинции, так и на всей территории Северной Азии. Именно на этом рубеже произошла смена плеуромейевой флоры на сцитифилловую [4].

Среднетриасовые отложения всей территории Тимано-Печорской провинции содержат большое количество макроостатков растений, представленных двумя комплексами и принадлежат к разнофациальным провинциям (Рис.1). Это макроостатки плауновых растений комплекса 1 с доминирующим видом *Tomiostrabus* и сцитифилловый комплекс 2 с доминирующим видом *Scytophyllum*. В составе макроостатков сцитифиллового комплекса 2 присутствуют хвощовые, папоротники, семенные папоротники, кейтониевые, цикадовые, в небольшом количестве гинкговые, а так же хвойные. Преобладают семенные папоротники, затем идут кейтониевые и цикадовые. Верхняя половина триасовой толщи Тимано-Печорской провинции, начиная со второй половины нядейтинской, керьямаельской и ангуранской свит и до кровли толщи, богата этими макроостатками разнообразного систематического состава [9].

В ранне- и в первой половине среднего триаса на территории провинции была распространена ксерофитная флора, представляющая собой комплекс 1. Это были те группы палеофитной флоры, которые смогли приспособиться к условиям сухого климата. К ним относится лепидофит *Pleuromeia*, большая часть местонахождений которого связана с тропической областью. На бедность раннетриасовой флоры не только в видовом, но и родовом отношении указывает то, что во всех печорских местонахождениях присутствуют остатки плауновых из родов или *Tomiostrabus*, или *Pleuromeia*. Очень редко сопутствуют остатки стеблей хвощовых, еще реже папоротников и семян или летучек древних хвойных. Причем, если остатки *Tomiostrabus* приурочены к озерно-аллювиальным или болотно-аллювиальным фациям, находки *Pleuromeia* происходят из прибрежных морских отложений, прибрежных отложений малосоленых озер или мелководных заливов и лагун.

Последнее позволяет предположить, что это было солончаковое растение. Более того, были широко распространены в пределах провинции осадки руслового, аллювиально-озерного типа, а так же осадки лагун и дельтовых пойм [8], что предполагает наличие в ранне-среднетриасовое время значительных степных и полупустынных территорий с фауной тетрапод, остатки которых довольно часты в этих отложениях.

С середины среднего триаса, начался второй этап перестройки триасовой флоры, наиболее ярко выраженный на палеофлоре Печорского бассейна. Произошли значительные изменения, связанные с увлажнением климата при тех же сравнительно высоких температурах. Создавались благоприятные условия не только для миграции с юга на север отдельных таксонов и целых растительных ассоциаций влаголюбивой растительности из смежных территорий (кейтониевые, цикадовые). Все это привело к развитию растений сцитофиллового комплекса 2, представленного семенными папоротниками, которые в изучаемой флоре являются самой многочисленной группой растений, как по количеству находок, так и по видовому составу. Они представлены главным образом отпечатками листьев и фитолеймами родов *Scytophyllum* и *Lepidopteris*, а так же микроспорангиями рода *Antevsia* и семенными дисками рода *Peltaspermum* [5].

Кейтониевые представлены в печорской флоре остатками листьев рода *Sagenopteris*. Это в основном *S. angustifolius* Chram и *S. variabilis* Chram, у которых изучены морфология и эпидермальное строение [2, 9].

Цикадовые довольно многочисленны в печорской флоре и представлены родами *Doratophyllum* и *Ptilozamites*. Род *Doratophyllum* в основном представлен видами *D. synensis* Chram, *D. multinervis* Chram, *D. acuminatum* Chram, найденными в Предуральской и Печорской лито-фациальных зонах. Род *Ptilozamites* представлен родами *P. lanceolatus* Chram и *P. linguiformis* Chram [2, 9].

В Коротайхинской лито-фациальной зоне найдены растительные остатки родов: *Neocalamites*, *Lepidopteris*, *Glossophyllum*, *Doratophyllum*.

Большесынинская лито-фациальная зона характеризуется остатками *Podozamites*, *Neocalamites*, *Equisetites*, *Cladophlebis*, *Scytophyllum*, *Marija*, *Doratophyllum*, *Lepidopteris*, *Equisetites*, *Peltaspermum*, *Danaeopsis*, *Ptilozamites*, *Sagenopteris*, *Glossophyllum* [7].

Печорская лито-фациальная зона. В отложениях этой зоны определен богатый комплекс ископаемых растений. М.Ф.Нейбург, И.А.Добрускина, С.Н.Храмова в разрозненных разрезах отмечают присутствие: *Lepidopteris*, *Taeniopteris*, *Danaeopsis*, *Glossophyllum*, *Paracalamites*, *Cladophlebis*, *Scytophyllum*, *Sagenopteris*, *Neocalamites*, *Maria*, *Doratophyllum*, *Equisetites*, *Todites*, *Doratophyllum* [2, 7, 9].

Хорейверская лито-фациальная зона. Отложения характеризуются обилием растительных остатков, чаще углефицированных, реже – в виде дисперсных мелких фитолейм, встречен комплекс ископаемых растений: *Scytophyllum*, *Glossophyllum*, *Cladophlebis*, *Sagenopteris*, *Danaeopsis*.

Эти данные характеризуют разновозрастной горизонт, в который включены свиты разного фациального состава (Рис. 1). Возраст этого единого сцитофиллового комплекса определяется, как вторая половина среднего (ладинский ярус) и, возможно, начало верхнего (карнийский ярус) триаса. Соответствующие отложения, охарактеризованные этим комплексом, датируются второй половиной среднего (ладинский ярус) и возможно, началом верхнего (карнийский ярус) триаса [5].

Литература:

1. Горский В.П. О пермских и триасовых отложениях правобережья среднего течения р. Печоры // Геология и полезные ископаемые Урала. – Л., 1960. – С. 111-120.
2. Добрускина И.А. Триасовые флоры Евразии. - М: Издательство «Наука», 1982. 196 с.
3. Енцова Ф.И. Триасовые отложения бассейна р. Большой Сыни // Мат-лы по геол. и полезн. ископаемым Северо-Востока европейской части СССР. – Сыктывкар, 1062. – С. 42-48.
4. Киричкова А.И., Куликова Н.К. Проблема корреляции континентальных отложений триаса Южной Германии, Тимано-Печорского региона и Восточного Урала // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2005. Т. 13. № 4. С. 108-122.
5. Киричкова А.И., Мораховская Е.Д. Средний триас Тимано-Печорской провинции: лито-фациальные особенности ангуранской свиты и ее аналогов //Разведка и охрана недр, 2010. № 4. С. 33-38.
6. Мораховская Е.Д. Триас Тимано-Уральского региона (опорные разрезы, стратиграфия, корреляция) // Биохронология и корреляция фанерозоя нефтегазоносных бассейнов России. СПб: Издательство ВНИГРИ, 2000. 79 с.
7. Нейбург М.Ф. Палеоботаническое обоснование триасовых угленосных отложений Печорского бассейна // Докл. АН СССР № 3, 1959. С. 681-684.
8. Новиков И.В. Биостратиграфия континентального триаса Тимано-Северо-Уральского региона по фауне тетрапод. - М.: Наука, 1994. 139 с.
9. Храмова С.Н. Триасовая флора бассейна Печоры и ее значение для стратиграфии. - Л: «Недра», 1977. 100 с.
10. Чальшев В.И. Обзор стратиграфии лагунно-континентальных отложений триаса Средней Печоры // Тр. Коми фил. АН СССР. Сыктывкар, 1959. № 7. С. 25-46.
11. Яншин А.Л. О распространении триасовых отложений на Урале и возрасте уральских надвигов // Изв. АН СССР, сер. геол., 1936. № 4. С. 511-538.

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПРИ КАТАЛИТИЧЕСКОМ МЕТОДЕ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ДЛЯ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

*Карлович И.А., Стариков А.Н., Машковцева Е.Н., Романчиков А.В.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г.
Столетовых, г. Владимир*

Получение воды питьевого качества регламентировано требованиями ГОСТ 2874-82. При использовании подземных вод для питьевого водоснабжения довольно часто сталкиваются с проблемой не соответствия требованиям СанПин 2.1.1074-01 «Питьевая вода» и природного химического состава воды. Повышение качества питьевой воды достигается путем ком-

плексного использования современных технологий. При этом система мониторинга и отслеживания качества воды является актуальной задачей.

На рис.1 представлен узел обработки проточной воды и доведения до норм СанПин 2.1.1074-01 «Питьевая вода».

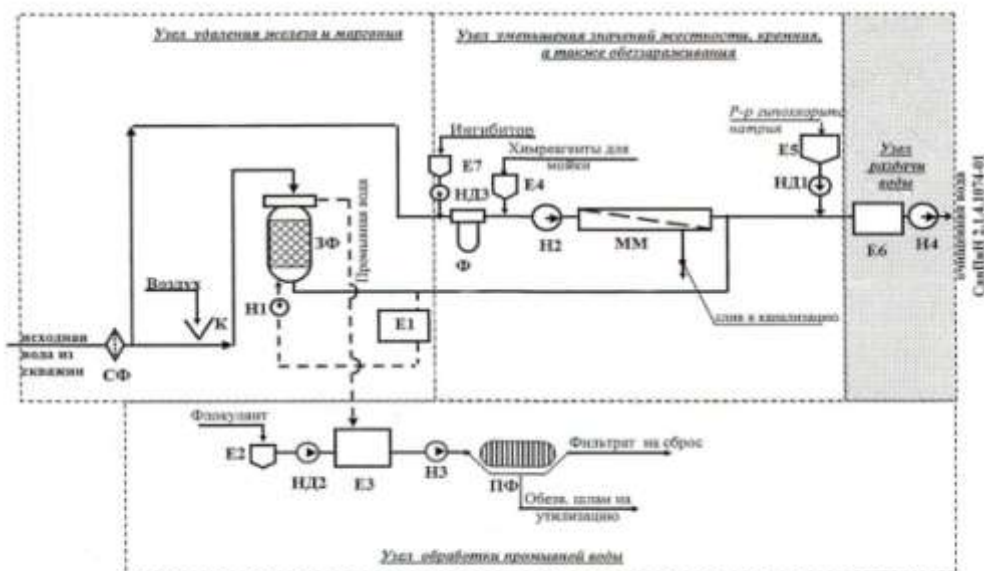


Рис.1. Лицевая панель прибора по моделированию функционирования теплового пункта

Исходная вода из скважин имеет превышение показателей качества воды. В табл. 1 представлены показатели заборной воды и ее требуемого состояния.

Для получения воды требуемого качества предлагаются следующие основные методы:

- реагентная обработка;
- фильтрация на фильтрах с зернистой загрузкой;
- мембранное обессоливание на обратноосмотических мембранах;
- обеззараживание (дезинфекция) очищенной воды ультрафиолетовым излучением.

Таблица 1.

Наименование показателей	Качество воды	
	Требования СанПин 2.1.1074-01 «Питьевая вода»	Данные анализа проб воды со скважин
Жесткость	7,0 мг-экв/л	10,2 мг-экв/л
Железо	0,3 мг-экв/л	0,4 мг-экв/л
Кремний	10,0 мг-экв/л	11,2 мг-экв/л
Марганец	0,1 мг-экв/л	3,4 мг-экв/л

Предлагаемые методы очистки воды до требований СанПин 2.1.1074-01 «Питьевая вода» включает в себя станция обезжелезивания. Станция предназначена для обезжелезивания, деманганации и частичного умягчения воды из артезианской скважины.

В состав предлагаемой станции обезжелезивания входят:

- узел насыщения исходной воды кислородом воздуха для окисления Fe^{2+} и Mn^{2+} и перевод их в нерастворимую коллоидную форму Fe^{3+} и Mn^{4+} ;
- узел окисления железа и марганца и фильтрации на фильтрах с зернистой каталитической загрузкой;
- узел фильтрации воды на барьерных фильтрах;
- узел обессоливания части потока на обратноосмотической установке с последующим смешением с деманганированной водой с целью снижения общей жесткости и содержания силикатов;
- узел обеззараживания очищенной воды;
- узел сбора промывной воды образующейся после обратноточной промывки фильтров с зернистой загрузкой;
- узел приготовления и дозирования реагентов (флокулянтов);
- узел обезвоживания осадка промывных вод;
- узел промывки обратноосмотических модулей.

Как правило, для получения воды хозяйственно-питьевого качества недостаточно применение какого-либо одного метода очистки. Поставленная цель достигается за счет использования комбинированного способа. При этом монитор итогового состояния воды является определяющим при утверждении выбранной схемы очистки.

Для реализации данной цели была создана автономная установка по определению качества питьевой воды. Она состоит из автономного компьютера (нетбук Acer-761N), платы сбора данных NI DAQ USB-6008, датчики кислорода SC-100, датчика кислотности ZD06. Особенностью данной разработки является ценовой диапазон Lowcost как по датчикам, так и по плате сбора данных. При этом качество результата не страдает, так в данном случае не требуется проведения быстросредейственных замеров и точность DAQ-платы при дифференциальном подключении составляет 12 бит. При этом имеется 4 независимых канала на вход. При необходимости имеется возможность расширения входных каналов до 8 при подключении с общей рефератной точкой.

Кроме того работа с данной технологии не требует высокой квалификации сотрудников. Этот факт может выгодно сказаться на внедрении.

На рис. 2 представлен фрагмент блок-диаграммы прибора по мониторингу качества питьевой воды. Результаты замеров записывались в файл. Далее делалась сводная таблица.

Данное технологическое решение применено в городе Суздаль на водозаборе ул. Садовой. Очищенная питьевая вода соответствует требованиям СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода». Технологическое решение является принципиальным и варьируется в зависимости от показателей качества воды и пожеланий заказчика.

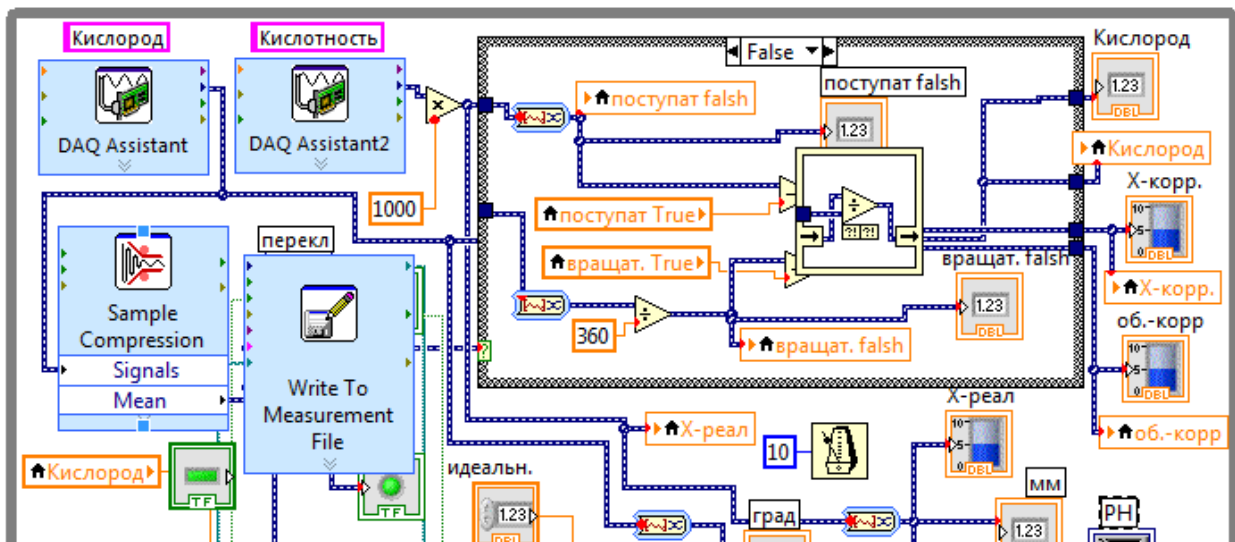


Рис.2. Фрагмент Блок диаграмма Виртуального прибора по анализу качества питьевой воды

Перспективами разработки является расширение номенклатуры параметров, по которым ведётся мониторинг. Далее, возможен перевод данного виртуального прибора в *.exe приложение, что позволит решить вопрос с лицензированием данной деятельности и расширению внедрения установки.

Литература:

1. ГОСТ 2874-82* Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.
2. СанПин 2.1.1074-01 «Питьевая вода».
3. Основы работы в LV, Михеев П.М. и др. УчГЦ «САНИ», МУНЛЦ, МГУ. – 365стр.
4. Основы сбора данных, NI, Остин, USA, Учебное пособие. – 384стр.
5. NI USB-6008/6009, Руководство пользователя и технические характеристики, NI, Остин, учебное пособие. – 26стр.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Августов Н.....	218	Коваленков С.В.....	45
Алешина Д.Г.....	171	Коломоец М.А.....	67
Антроповский В.И.....	135	Котельникова Е.Н.....	7
Артюх А.....	218	Котович Н.....	218
Беликова Т.И.....	218	Круглов Н.В.....	240
Беляков Т.В.....	212	Кукшинов М.С.....	195
Березин А.В.....	105	Курашов Е.А.....	171
Богдан Е.А.....	140	Куриленко В.В.....	10
Бродов В.В.....	192	Курулева К.С.....	71
Будник Д.Н.....	205	Лепешева Л.А.....	63
Веселова М.А.....	96	Лёушкина И.В.....	127
Власов А.Д.....	102	Литвинова Е.А.....	158
Власов Д.Ю.....	180	Лосев А.С.....	26
Воронцова А.В.....	50	Лоскутов А.....	218
Гавриленко В.В....	63, 67, 89, 215	Любарский А.Н.....	124
Гасанова Э.Р.....	236	Макарова А.Л.....	129
Голубев Ф.....	218	Максимова А.М.....	208
Грачева И.В.....	201	Мананков А.В.....	236
Гребенников Г.Г.....	135	Маркова Л.М.....	201
Грибанов Д.....	218	Маркова М.А.....	212
Давыдочкина А.В.....	72	Машковцева Е.Н.....	251
Дербенёв И.В.....	32	Мельникова М.В.....	63
Дерипаско Р.....	218	Миллер Д.....	218
Дроздова А.А.....	199	Молодцова Е.А.....	121
Дуброва С.В.....	233	Морозов Д.А.....	35, 41, 45
Егоров П.И.....	26, 230	Неевин И.А.....	75
Ермош Н.Г.....	85	Нестеров Д.А.....	208
Есенина А.В.....	246	Нестеров Е.М.....	35, 45, 187
Жданова В.С.....	105	Нестерова Л.А.....	35, 41
Жиров А.И.....	129	Нестерова М.Ю.....	218
Зарина Л.М.....	212	Новиков Н.....	218
Зеленская М.С.....	71	Новоселова Л.С.....	218
Зыков Е.А.....	77	Панова Е.Г.....	54, 59
Иванова М.В.....	71	Пахомова А.Р.....	41
Измайлова А.А.....	107	Подлипский И.И.....	233
Карлович И.А.....	240, 251	Полянская Е.И.....	71
Кирвель И.И.....	195	Попова Т.А.....	98
Кирвель П.И.....	149	Пузык А.М.....	93
Киричкова А.И.....	246	Пузык М.В.....	93
Коваленко М.В.....	54	Роговая .О.Г.....	131

Родионова Н.В.....	171	Чириков А.....	218
Романчиков А.В.....	251	Шаврина К.Ф.....	215
Рулевская А.А.....	212	Шарафутдинова Г.Ф.....	242
Рякшина А.Н.....	225	Шахвердов В.А.....	63, 75
Сазонова Е.В.....	89	Шахвердова М.В.....	63, 75
Сергеева С.П.....	225	Шогунбекова З.Х.....	89
Соколова А.А.....	158	Шульгин Н.....	218
Соломин В.П.....	3	Щурова А.Н.....	160
Сотник В.Г.....	205	Яруллина И.Н.....	140
Стариков А.Н.....	251	Chan Hee Lee.....	144
Старов В.....	218	Frumin G.Т.....	153
Сумин К.....	218	Geddis E. V.....	187
Таратин Н.В.....	117, 121	Geun Byeong Lee.....	144
Тихова Е.А.....	85	Khuan Zhan-Zhan.....	153
Трифонов А.Н.....	127, 160	Kochergina Y.....	221
Трусова Л.Н.....	163	Korkka-Niemi К.....	30
Труфанов А.И.....	174	Kyoung-Sik Won.....	144
Тулякова К.А.....	174	Mihaljevič M.....	221
Файтилевич Д.М.....	59	Myllymäki S.....	30
Фархутдинов А.М.....	112	Nigel J. Cook.....	30
Фархутдинов И.М.....	112	Nygård R.....	30
Филиппова В.О.....	124	Penttinen K.....	30
Фомичева М.Н.....	45, 230	Seokwon Choi.....	144
Франк-Каменецкая О.В.....	71	Sundblad K.....	30
Худякова О.И.....	131	Udatný M.....	221
Чадов Ф.О.....	230	Valkama M.....	30
Черкашина М.А.....	35	Vario E.....	30
Черноножкина В.В.....	167		

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Соломин В.П., Нестеров Е.М.</i> Концептуальные проблемы Науки о Земле.....	3
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	10
<i>Куриленко В.В.</i> Экологическая геология, ее связь с геоэкологией, становление экогеологического менеджмента.....	10
<i>Егоров П.И., Лосев А.С.</i> Геохимические особенности пограничного глинистого горизонта мел-палеогенового возраста разрезов Зарубежной Европы.....	26
<i>Sundblad K., Valkama M., Nigel J. Cook, Nygård R., Penttinen K., Myllymäki S., Korkka-Niemi K., Vario E.</i> Pathways of Metals from the Lithosphere to the Biosphere; Evidence of Natural Environmental problems.....	30
<i>Дербенёв И.В.</i> Геохимия донных отложений внутренних водоемов Валаамского архипелага.....	32
<i>Морозов Д.А., Черкашина М.А.</i> Геохимические особенности донных отложений Дудергофского озера.....	35
<i>Морозов Д.А., Нестерова Л.А., Пахомова А.Р.</i> Геохимические особенности донных отложений внутренних водоемов Санкт-Петербурга.....	41
<i>Морозов Д.А., Коваленков С.В., Фомичева М.Н., Нестеров Е.М.</i> Предварительные данные по геохимии донных отложений Вожанского озера.....	45
<i>Воронцова А.В.</i> Рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ неорганической составляющей снегового покрова Санкт-Петербурга.....	50
<i>Коваленко М.В., Панова Е.Г.</i> Геохимические особенности пыли Санкт-Петербурга.....	54
<i>Файтилевич Д.М., Панова Е.Г.</i> Эколого-геохимическая характеристика твердой фазы снегового покрова центральной части г. Санкт-Петербурга.....	59
<i>Шахвердов В.А., Гавриленко В.В., Лепешева Л.А., Мельникова М.В., Шахвердова М.В.</i> Исследование загрязнения донных осадков Кольского залива Баренцева моря.....	63
<i>Коломоец М.А., Гавриленко В.В.</i> Геоэкологические проблемы радиоактивности гранитоидов Южной Карелии и их использование в архитектуре Санкт-Петербурга.....	67
<i>Курулева К.С., Иванова М.В., Франк-Каменецкая О.В., Зеленская М.С., Полянская Е.И.</i> Состояние камня в Некрополе мастеров искусств по результатам геоэкологической экспертизы.....	71
<i>Шахвердов В.А., Шахвердова М.В., Неевин И.А.</i> Некоторые геохимические особенности современных донных осадков и почв береговой зоны восточной части Финского залива.....	75
<i>Зыков Е.А.</i> Литолого-геоморфологические особенности шельфовой зоны акватории Чукотского региона.....	77
<i>Давыдочкина А.В.</i> Распределение трития в объектах экосистемы Бассейна Финского залива.....	82

<i>Тихова Е.А., Ермош Н.Г.</i> Диагностика путиловского известняка в архитектуре города Петергоф.....	85
<i>Гавриленко В.В., Сазонова Е.В., Шогунбекова З.Х.</i> Исследование состава ордовикских известняков как градообразующего природного камня.....	89
<i>Пузык А.М., Пузык М.В.</i> Методика определения массовой доли карбоната-иона в осадочных породах.....	93
<i>Веселова М.А.</i> Новые подходы в изучении донных отложений Сакского озера.	96
<i>Попова Т.А.</i> Роль растений в разрушении гранитных набережных Санкт-Петербурга.....	98
<i>Власов А.Д.</i> Разрушение гранита-рапакиви в городской среде.....	102
<i>Жданова В.С., Березин А.В.</i> Изучение пород на контакте с гранитами рапакиви салминского массива.....	105
<i>Измайлова А.А.</i> Кремнекислые породы раннеэйфельского южно-ирендыкского палеовулканического комплекса: геохимические особенности.....	107
<i>Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М.</i> Уфимско-Айская поднадвиговая зона – подаллохтонное продолжение Юрюзано-Сылвенской депрессии.....	112
<i>Таратин Н.В., Котельникова Е.Н.</i> Кристаллическое строение и пределы твердых растворов энантиомеров (этаноламиновая соль 3-хлороминдальной кислоты) и диастереомеров (треонин).....	117
<i>Молодцова Е.А., Таратин Н.В.</i> Морфология кристаллов рацемата миндальной кислоты, выращенных из водных растворов с примесью этаноламина.....	121
<i>Любарский А.Н., Филиппова В.О.</i> Современные представления об эволюционном развитии Антарктиды.....	124
<i>Лёушкина И.В., Трифонов А.Н.</i> Особенности эволюционного развития земной коры в раннепалеозойское время.....	127
<i>Макарова А.Л., Жиров А.И.</i> Генетическая природа поверхностей выравнивания и этапы их формирования в истории развития Земли.....	129
<i>Роговая О.Г., Худякова О.И.</i> О содержании марганца в системе «вода – донные отложения» эвтрофированного водоёма.....	131
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	135
<i>Антроповский В.И., Гребенников Г.Г.</i> Расчет деформаций русел карстовых рек с подводными переходами магистральных трубопроводов при отсутствии и недостатке результатов натурных исследований.....	135
<i>Богдан Е.А., Яруллина И.Н.</i> Оценка ущерба населенных пунктов и других народно-хозяйственных объектов воздействию речной боковой эрозий (на примере Республики Башкортостан).....	140
<i>Seokwon Choi, Chan Hee Lee, Kyoung-Sik Won, Geun Byeong Lee.</i> Water, Soil and Sediment Affected by the Kongjujeil Mine Drainage.....	144
<i>Кирвель П.И.</i> Оценка толщины льда озёр Беларуси в условиях изменяющегося климата.....	149
<i>Frumin G.T., Khuan Zhan-Zhan.</i> Trophic Status of Lakes in China.....	153

<i>Литвинова Е.А., Соколова А.А.</i> Эволюционное развитие ледниковых покровов в горных районах страны (на примере Алтайской горной страны).....	158
<i>Щурова А.Н.</i> Снежные лавины как продукт комплексного сочетания геоморфологического устройства территории и климатического фактора (на примере Северного Кавказа).....	160
<i>Трусова Л.Н.</i> Динамика качества вод реки Вологда.....	163
<i>Черноножкина В.В.</i> Экологические проблемы г. Алматы и его влияние на природные комплексы верховьев реки Малая Алматинка.....	167
<i>Алешина Д.Г., Родионова Н.В., Курашов Е.А.</i> Зоопланктон и гидрохимическая характеристика рек – притоков Ладожского озера.....	171
<i>Труфанов А.И., Тулякова К.А.</i> Родники южных районов Вологодской области.	174
РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЭКОЛОГИЯ.....	180
<i>Власов Д.Ю.</i> Биодеструкция природного камня в городской среде.....	180
<i>Geddis E.V., Nesterov E.M.</i> Ecological diagnostics of urban areas.....	187
<i>Бродов В.В.</i> Анализ состояния зеленых насаждений общего пользования Приморского района.....	192
<i>Кирвель И.И., Кукишинов М.С.</i> Гидроэкологические последствия регулирования стока рек Беларуси искусственными водоемами.....	195
<i>Дроздова А.А.</i> Проблема сохранения геоэкологии локального ландшафта (на примере Боголюбовского луга Владимирской области).....	199
<i>Грачева И.В., Маркова Л.М.</i> Экологическая оценка состояния культурных ландшафтов в зоне влияния предприятий черной металлургии.....	201
<i>Будник Д.Н., Сотник В.Г.</i> Причины и последствия загрязнения городских почв.....	205
<i>Нестеров Д.А., Максимова А.М.</i> Загрязнение почв тяжелыми металлами и оценка их влияния на здоровье в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга.....	208
<i>Рулевская А.А., Зарина Л.М., Маркова М.А., Беляков Т.В.</i> Исследование загрязнения почвенного покрова зеленых насаждений в городе Павловске.....	212
<i>Шаврина К.Ф., Гавриленко В.В.</i> Фтор в почвах района Волховского алюминиевого завода.....	215
<i>Голубев Ф., Сумин К., Дерипаско Р., Котович Н., Шульгин Н., Старов В., Миллер Д., Артюх А., Чириков А., Августов Н., Новиков Н., Лоскутов А., Грибанов Д., Беликова Т.И., Нестерова М.Ю., Новоселова Л.С.</i> Геохимия и экология окружающей среды Английского парка города Петергофа с использованием ГИС технологий.....	218
<i>Udatný M., Kochergina Y., Mihaljevič M.</i> Speciation of selected hazardous elements in soils with different vegetation cover in the Black Triangle Region (Czech Republic).....	221

<i>Рякина А.Н., Сергеева С.П.</i> Влияние на геоэкологическое состояние г.Коммунар «Санкт-Петербургского картонно-полиграфического комбината» (р.Ижора).....	225
<i>Егоров П.И., Чадов Ф.О., Фомичева М.Н.</i> Взаимосвязь прироста годовых колец хвойных пород деревьев и изменения содержания радиоуглерода в окружающей среде на территории юго-востока Ленинградской области.....	230
<i>Дуброва С.В., Подлипский И.И.</i> Оценка геоэкологического состояния территории полигона ТБО поселка Красава Тихвинского района Ленинградской области.....	233
<i>Мананков А.В., Гасанова Э.Р.</i> Радиогеоэкологический анализ территории г.Томска. Вклад различных источников ионизирующего излучения в облучение населения.....	236
<i>Круглов Н.В., Карлович И.А.</i> Использование геофизики в геоэкологии.....	240
<i>Шарафутдинова Г.Ф.</i> Мониторинговые наблюдения первичной продукции фитопланктона в озерах Карельского перешейка.....	242
<i>Есенина А.В., Киричкова А.И.</i> Фитостратиграфия и палеоэкология триасовых отложений тимано-печорской нефтегазоносной провинции.....	246
<i>Машковцева Е.Н., Романчиков А.В., Карлович И.А., Стариков А.Н.</i> Повышение качества питьевой воды при каталитическом методе обезжелезивания для станций водоподготовки.....	251

НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ЦИВИЛИЗАЦИЯ

Том 1. Науки о Земле

Материалы Международной молодежной конференции

Научный редактор: Нестеров Е. М.

Редакторы: Зарина Л. М., Маркова М. А., Филиппова В. О.

Обложка: Крым. Корабельная куэста. Фото: Нестеров Е. М.

Технический редактор, верстка: Зарина Л. М.

Подписано в печать 12.10.2012 г. Формат 60/84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. 16,25 усл.печ.л.

Тираж 130 экз. Заказ № 453.

Отпечатано в типографии РГПУ им. А. И. Герцена

Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48