

Российское минералогическое общество
Комиссия по экологической минералогии и геохимии
Комитет по природопользованию, охране окружающей среды
и обеспечению экологической безопасности
Правительства Санкт-Петербурга
Санкт-Петербургское государственное геологическое унитарное
предприятие «Специализированная фирма «Минерал»

ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ ГЕОЭКОСИСТЕМ КРУПНЫХ ГОРODOB

Материалы международной конференции

18—19 сентября 2013 года

Санкт-Петербург
2013

Г36 **Геохимия и минералогия геоэкосистем крупных городов.** Материалы международной конференции. — СПб.: Изд-во ВВМ, 2013.— 88 с.

ISBN 978-5-9651-0765-0

Сборник содержит тезисы докладов международной конференции «Геохимия и минералогия геоэкосистем крупных городов», состоявшейся 18—19 сентября 2013 г. в Санкт-Петербурге. Материалы конференции освещают широкий круг проблем, связанных с определением специфики геоэкосистем городов, с использованием данных вещественного анализа для предотвращения экологических рисков в различных условиях. Рассмотрены также данные об устойчивости памятников архитектуры и скульптуры в городской среде. Особое внимание уделено методам управления системами мониторинга состояния городской среды и выявления геоэкологических рисков. Тезисы опубликованы в соответствии с оригиналами, полученными оргкомитетом, и не подвергнуты научному и литературному редактированию.

Организаторы конференции

- Российское минералогическое общество
- Комиссия по экологической минералогии и геохимии
- Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга
- Санкт-Петербургское государственное геологическое унитарное предприятие «Специализированная Фирма «Минерал»

Тематика конференции

- Факторы формирования и изменчивости городских геозкосистем
- Закономерности распределения элементов и минералов в городской среде
- Объекты и методы изучения геозкосистем городов
- Геохимические процессы разрушения камня в городских условиях
- Геоэкологические риски урбанизированных территорий и методы их выявления

Оргкомитет

- Гавриленко В. В.** (председатель) — д.г.- м.н., профессор, РГПУ им. А. И. Герцена, председатель комиссии по экологической минералогии и геохимии РМО
- Серебрицкий И. А.** (сопредседатель) — к.г.- м.н., начальник Управления государственного регулирования в сфере природопользования и охраны окружающей среды Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга
- Филиппов Н. Б.** (сопредседатель) — к.г.- м.н., директор ГГУП «Специализированная фирма «Минерал»
- Каюкова Е. П.** (учёный секретарь) — старший преподаватель геологического факультета СПбГУ
- Литвиненко В. И.** помощник директора ГГУП по международным связям ГГУП «Специализированная фирма «Минерал»
- Шахвердов В. А.** к.г.- м.н., ведущий научный сотрудник отдела региональной геоэкологии и морской геологии ВСЕГЕИ

В этом году широко отмечается 150-летие со дня рождения великого учёного — В.И. Вернадского, который, будучи минералогом и геохимиком, впервые предложил рассматривать биосферу как динамичную систему, где происходят грандиозные процессы взаимодействия живого и косного вещества. В настоящее время биосфера изучается, с одной стороны, представителями биологических наук, и эти направления объединяются общим понятием — «экология», а с другой стороны, факторы, влияющие на развитие живых организмов, исследует комплекс наук о Земле под общим названием «геоэкология».

Геоэкология — одно из самых важных направлений в современных науках о Земле. И в то же время оно нуждается в большем внимании со стороны специалистов в области изучения вещества Земли — геохимиков и минералогов. Комиссия по экологической минералогии и геохимии Российского минералогического общества, при содействии дружественных организаций, понимающих важность поднимаемых проблем, начинает серию конференций, посвященных вопросам изучения изменчивости вещества в различных типах геоэкосистем. Планируется рассмотрение природных, природно-техногенных и техногенных объектов в различных регионах Земли с точки зрения глубокого изучения вещества и его изменчивости в процессе развития природных геоэкосистем, их изменения под воздействием техногенных процессов.

Состояние геологической (природной) среды и ее влияние на жизнедеятельность человека напрямую связано с концепцией устойчивого развития урбанизированных территорий. Широкое развитие процессов, имеющих антропогенную и техногенную природу, многократно увеличивает нагрузку на геоэкосистемы, что, в свою очередь, оказывает влияние на устойчивость и стабильность развития городов.

Многокомпонентность факторов внешнего и внутреннего воздействия на природную среду приводит к специфическим, характерным только для урбанизированных территорий, эффектам, которые в настоящее время являются очень слабо изученными, хотя трудно оспорить их влияние на жизнь человеческого сообщества, особенно в России, где наблюдается тенденция концентрации населения в городах. По сравнению с незатронутой техногенезом природной средой, в данном случае резко затруднена типизация геоэкосистем, так как в каждом городе и, более того, в каждом районе города проявляются присущие только им локальные нарушения нормальных гео-

химических полей, отличающихся специфическим влиянием на человеческие сообщества. В качестве объекта экологического исследования, человек, постоянно перемещающийся в крупном городе из одного района в другой, из одной системы жизнеобеспечения в другую, отличается от любых других живых организмов, для которых, так или иначе, характерно, постоянство среды обитания или устойчивость её смены.

Целью конференции является попытка сгруппировать факторы, влияющие на геоэкосистемы городских территорий и определить возможности управления воздействиями на них для уменьшения вероятности появления геоэкологических рисков. Оргкомитет надеется, что наша конференция будет способствовать пониманию в обществе важности очерченных проблем и позволит наметить пути к их решению.

Оргкомитет

ВЛИЯНИЕ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАННОГО ГРУНТОВОГО МАССИВА

Абрамова Т. Т., Валиева К. Э.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
г. Москва, Россия.

The given work is devoted to studying of use of the silication method for improvement of loessial soil properties, being in conditions of acid medium influence (≤ 1 n). Modeling of the processes of acid medium influence was made in laboratory conditions on the medium landing loessial loam (Novosibirsk) that had been artificially strengthened by three types of silicate solutions. In comparison with known injections they presented the new modification of organic-silicate solution of ROS. In the capacity of man-caused infiltration they applied acid solutions (hydrochloric and sulfuric) and acid salts of iron. The greatest aggression to silicationed samples of loessial soil is shown by acid liquor (containing ion SO_4^{2-}). The made researches had shown, that the loessial soil fixed by the new method of ROS is steadier in aggressive — acid mediums.

Анализ изменений химического состава подземной гидросферы в различных условиях техногенеза показывает, что в подавляющем большинстве случаев на урбанизированных территориях подземные воды приобретают агрессивность. Комплекс физико-химических процессов и реакций грунтов с инфильтрующимися растворами приводит к существенным изменениям составов, как грунтов, так и поровых вод.

Обеспечение устойчивости оснований различных сооружений возможно при использовании широкого спектра способов и методов технической

мелиорации. Однако все существующие инъекционные растворы разрабатывались специалистами без учета воздействия состава поровых вод на эффективность инъецирования грунтов.

Целью данной работы явилось исследование особенностей технологических параметров органосиликатной рецептуры в условиях сильноминерализованных, кислых поровых растворов и определение устойчивости силикатизированных лессовых грунтов в техногенно-агрессивных средах.

Для достижения поставленной цели использовалась модификация органосиликатного раствора — РОС, отличающаяся от ранее разработанных и широко известных формамидсиликатной и амидсиликатной более высокой щелочностью.

В качестве техногенных инфильтратов были выбраны растворы соляной, серной кислот с концентрациями от 0,001 н (рН=3) до 1 н (рН=0,1) и различных хлоридных и сульфатных солей, содержащих одно- (NaCl , Na_2SO_4 , NaHCO_3), двух- (CaCl_2 , MgCl_2 , FeSO_4 , MgSO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и трехвалентные катионы (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) в широком диапазоне концентраций от 1,5 до 45 г/л.

Выявлено, что при взаимодействии РОС золя со слабоминерализованными водами и кислотами с концентрациями до 0,5 н замедляется процесс выделения геля из слабовязкой системы (~1,2 спз) в связи с тем, что в ней уменьшается количество реагирующих веществ. Образование геля из рассматриваемой системы «золь-раствор» происходит быстрее в присутствии хлоридов Ca^{++} , $\text{Mg}^{++} \geq 5$ г/л, $\text{Fe}^{+++} \geq 15$ г/л; сульфатов $\text{Fe}^{++} > 15$ г/л, $\text{Al}^{+++} \geq 30$ г/л, $\text{Cu}^{++} \geq 45$ г/л и кислот HCl и $\text{H}_2\text{SO}_4 \geq 0,5$ н за счет дополнительных реакций этих электролитов с силикатом натрия.

Наличие в поровых водах различных электролитов высоких концентраций приводит к изменению структур выделившихся силикагелей. Так, например, при участии хлорида кальция с минерализацией 5 г/л происходит укрупнение глобулярных частиц сферической формы силикагеля, возможно, за счет образования гидроокиси и гидросиликата кальция. Поликонденсация силикагелей сопровождается сшиванием частиц в агрегаты со слабо выраженной ориентацией. Исследование кремнегелей, образовавшихся с помощью РОС золя, хлорного железа и серноокислого магния с минерализацией 15 г/л показало присутствие большого количества крупных и мелких новообразований, встраивающихся в аморфную агрегативную структуру геля.

Определение воздействия кислых растворов осуществлялось на просадочном лессовидном суглинке (vd Q II kd), отобранном в г. Новосибирске со строящейся линии метрополитена, искусственно упрочненном тремя типами щелочных силикатных растворов. В качестве первого, эталонного, использовался раствор силиката натрия без отвердителя (ЖС). Вторым был

выбран формамидсиликатный (ФС). Третьим — органосиликатный раствор РОС. Моделирование процессов воздействия кислых сред на закрепленный грунт проводилось при различных соотношениях твердой и жидкой фаз в течение нескольких лет со сменой и без смены контактирующих растворов.

В результате наших исследований установлено, что наилучшей устойчивостью в растворах соляной кислоты различных концентраций обладают образцы лесса, закрепленные растворами РОС и ФС. Образцы лесса, закрепленные раствором силиката натрия, обладающие значительно меньшими прочностными характеристиками, устойчивы к солянокислой агрессии только в течение одного года.

Лессовый грунт, преобразованный с помощью органосиликатных растворов, устойчив к воздействию минерализованно-кислых вод, содержащих соль хлорного железа с концентрациями до 45 г/л ($\text{pH}=1,4$). Прочность образцов лесса, закрепленных раствором РОС, через год хранения в такой среде соответствует 0,5 МПа.

Определено, что агрессивное воздействие серной кислоты на лессовый грунт резко усиливается с увеличением концентрации кислоты в контактирующем с грунтом растворе и времени её воздействия на образец. Через 1 год образцы, закрепленные органосиликатными растворами, теряют приобретенную прочность в растворах серной кислоты с концентрацией 0,1н, а образцы, закрепленные раствором жидкого стекла — значительно раньше (0,01н). Это можно объяснить расклинивающим действием двуводного гипса, образующегося при взаимодействии серной кислоты и гидрата окиси кальция, являющегося вторым вяжущим компонентом при силикатизации лессов.

Проведенные исследования показали, что лессовый грунт, закрепленный органосиликатными растворами, обладает длительной устойчивостью к раствору серной кислоты (до 0,1н), что соответствует рН поровых вод, равному единице. Такие высокие концентрации серной кислоты в естественных условиях даже при техногенном загрязнении грунтов оснований сточными водами почти исключаются. Они могут возникать лишь в экстремальных условиях при сильных проливах, протечках и т.п. В естественных условиях закрепленный массив лессового грунта обладает малой проницаемостью и поэтому при контакте его с агрессивной средой происходит только диффузионное взаимодействие, что обуславливает лучшую его устойчивость к кислотной агрессии.

Таким образом, интенсивность процессов взаимодействия в системе «силикатизированный лессовый грунт — кислый раствор» определяется: составом грунта; раствором, используемым для закрепления лессового грунта; составом и концентрацией контактирующего с грунтом раствора; условиями и длительностью этого воздействия.

УСТРАНЕНИЕ СОЛЕВЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ИЗВЕСТНЯКОВОЙ КЛАДКИ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО ПАМЯТНИКА XV—XVII ВЕКОВ

Абрамова Т. Т.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
г. Москва, Россия

The purpose of this research was to study the influence of the salt spots appearing on the surface of limestone walls of a historical museum. There has been made an analysis if the changes occur in the chemical composition and in the physical-mechanical properties of limestone composing the walls of the historical monument (Palaty in Zaryadje, 15th — 17th c.). A new technology which makes possible to decrease the salt formations on the limestone and to strengthen and restore the primary appearance of the monument masonry has been worked out.

В центре Москвы, рядом с Кремлем, находится уникальный архитектурный памятник Отечества, редкий образец гражданского зодчества средневековой Руси, единственное строение, сохранившееся от усадьбы бояр Романовых. Сейчас в этом здании находится филиал Государственного Исторического музея. Построенное более пяти веков тому назад древнее сооружение стоит и до настоящего времени, однако каменная кладка начала разрушаться в результате совместного действия химических, биологических и физико-механических процессов.

Этот район Москвы относится к наиболее сложной области в инженерно-геологическом отношении. Это обусловлено тем, что здесь водонепроницаемый экран (юрские глины) совсем размыт, а четвертичные отложения (водоносные аллювиальные пески) контактируют с каменноугольными известняками. Поэтому данный район наиболее опасен в отношении возникновения суффозионно-карстовых процессов.

К каждому объекту необходимо подходить индивидуально, рассматривая его в единой системе «памятник — геологическая среда», учитывая минеральный состав и структуру камня, характер имеющихся разрушений. Рельеф места, где расположен памятник, отличается резким перепадом высот и составляет 7,5 м. За пять веков памятник так оказался врезанным в склон, что подклет и большая часть 1-го этажа по улице Варварка оказались скрыты землей. Расположение памятника на переходе от высокой древней аллювиальной террасы р. Москвы к низкой приводит к регулярным подтоплениям вследствие плохой работы дренажной системы.

В результате исследований было определено, что по различным причинам — повышение уровня грунтовых вод, капиллярные процессы, благодаря

которым протекает постоянный подсос в основание фундамента памятника, миграция растворов вследствие различных потенциалов влаги — происходит постоянный контакт известняков с фильтрующимися поровыми водами. При рассмотрении путей миграции и источников формирования химического состава поровых растворов следует отметить ту особенность, что вмещающей средой являются как каменная кладка, так и породы и грунты основания памятника.

Стены памятника сложены органогенно-обломочными известняками мячковского горизонта. Обломочная часть известняков представлена как зернами кальцита, так и фауной от микро до крупных раковин. В изученных известняках содержание кальцита достаточно высокое и достигает 99%.

Изучение процессов выветривания известняков осуществлялось на образцах, отобранных из различных мест памятника. Все изученные образцы разделены на 3 группы. К I и II отнесены структурно-устойчивые. II группа образцов отличается от первой тем, что сохраняя свою незначительную прочность, они начинают отслаиваться от каменной кладки. В III группу включены образцы, полностью разрушенные до дисперсного состояния, напоминающего муку.

Изучение состава и свойств показало, что порода обладает большой влагоемкостью и малой сопротивляемостью к агрессивным и минерализованным водам, благодаря этому блоки известняка, слагающие стены белокаменного подвала и лестничные проемы, все время находятся во влажном состоянии.

На стенах белокаменного подвала, самой древней части памятника, где экспонируются исторические ценности, происходит регулярное выделение новообразований в виде белых кристаллов солей, что нарушает его экспозиционный вид. Избыточное содержание влаги в порах породы, которая насыщена агрессивными компонентами, такими как SO_4^{--} , NO_3^- , Cl^- , усиливает процессы ее растворения и выщелачивания, что приводит к образованию каверн, разрушению каменного материала и древнего вещества, цементирующего его кладку. В составе новообразований выделено 15 минералов, подразделяющихся на 4 группы: карбонаты, сульфаты, хлориды и нитраты (6 из них — кристаллогидраты).

Преобладающими являются такие минералы, как тенардит, галит, гипс, селитра. Кристаллизация солей внутри породы является вначале скрытым процессом и обнаруживается только с появлением новообразований на поверхности известняка и цемента. Гидратация солей приводит к увеличению их объема и может соответствовать давлениям до 10 МПа. Под действием давления растущих кристаллов порода разрушается.

С древнейших веков известны различные виды обработки камня в попытке продлить его жизнь. Так, еще во времена Древнего Рима практикова-

лась пропитка камня воском. Решение проблемы, связанной с консервацией и упрочнением выщелоченной каменной кладки осуществлялось с использованием наиболее известных и современных методик. В настоящее время для сохранения камня существуют два основных метода: изменение химического состава камня и его химическая пропитка с целью упрочнения и гидрофобизации.

Первый опробован с использованием растворов бария. Результаты исследований показали, что на поверхности известняковой кладки образуются труднорастворимые соли карбоната бария, которые резко ухудшают экспозиционный вид камня. Этот метод больше не применялся на данном памятнике.

Второй метод включал химическую пропитку камня кремнийорганическими, гидрофобизирующими растворами («СОФЭКСИЛ-40», Duraseal, LDS-12, «Скрепер», «Порцем-10», «Асептик», «Пента-811» и др.) и органически-силикатным раствором РОС (разработка проблемной лаборатории геологического факультета МГУ). Лучшие результаты по консервации выветрелых известняков данного памятника достигнуты с использованием РОС.

Восстановление физической целостности известняков осуществлялось с помощью композиционного материала, состоящего из известняково-доломитовой муки, подобранной по цветовой гамме естественного камня и РОС с учетом всех требований, записанных в «Хартии архитектурного наследия».

Упрочнению и восстановлению подверглась верхняя часть западной стены белокаменного подвала у лестничного проема. За искусственно преобразованным участком каменной кладки памятника в течение семи лет осуществляется авторский надзор. Каких-либо видимых изменений в упрочненном камне не наблюдалось.

РТУТЬ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Адясов Я. В., Гавриленко В. В.

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

Опасность ртути для здоровья человека известна достаточно давно, ведь ртуть является одним из наиболее токсичных элементов. Кроме того ртуть имеет очень высокий потенциал ионизации, что позволяет ей восстанавливаться до металла из различных её состояний. Исходя из этого, исследование концентраций ртути в почвах урбанизированных территорий является одной из приоритетных задач, с точки зрения геоэкологии. В Санкт- Петер-

бурге история использования ртути связана с тем, что с начала XVIII века город развивался как имперская столица, и на протяжении более чем двух веков золочение изделий и крупных архитектурных деталей (шпилей, куполов и др.) производилось в крупных масштабах. В ту эпоху была очень развита так называемая техника огневого золочения, которое заключалось в прокаливании растворённого в ртути золота (амальгамы) до полного испарения ртути. Естественно, при такой технологии большие количества ртути испарялись в атмосферу, а затем депонировались в почвах, что сказалось на общей загрязнённости территорий. Техника огневого золочения сыграла роковую роль и для многочисленных человеческих жизней (по литературным данным многие мастера, работавшие в золотильных цехах, впоследствии погибли от ртутного отравления). В XX и начале XXI вв. источниками поступления ртути в окружающую среду стали различные производственные отходы, промышленные сливы, свалки ТБО, свалки газортутных ламп и др., что также сказалось на загрязнении ртутью почв и почво-грунтов. За последние десятилетия Региональным геоэкологическим центром ГП «Невскеология» были проведены площадные работы по изучению распределения валового количества ртути и других металлов в почвах Санкт-Петербурга и зависимости от них заболеваемости населения. В результате выявлены основные закономерности распределения ртути на территории города, а также отражены локальные аномалии в распределении исследуемого металла. По данным РГЦ, средняя концентрация ртути в верхнем слое городских почво-грунтов (0—10 см) составляет 0,36 мг/кг, что в 12 раз превышает региональный фоновый уровень 0,03 мг/кг. При этом повышенные концентрации ртути локализовались в основном на наиболее загрязнённых участках исторического центра города и на территориях некоторых промышленных зон, что позволило внести ртуть в список наиболее опасных токсикантов, влияющих на здоровье населения.

Задачей настоящей работы являлось определение концентрации атомарной ртути непосредственно в почвенном и приземном слое воздуха Центрального и Приморского районов Санкт-Петербурга, которые являются контрастными как по истории застройки, так и по промышленному использованию, что делает актуальным и интересным их сравнение, с точки зрения геоэкологической ситуации. В работе была использована методика измерений массовой концентрации паров ртути в атмосферном воздухе атомно-абсорбционным способом с Зеемановской коррекцией неселективного поглощения с использованием анализатора ртути РА-915+, позволяющего проводить прямое непрерывное определение ртути в воздухе от 0,3 нг/м³. Естественное (фоновое) содержание ртути в незагрязненной атмосфере составляет 1—3 нг/м³. ПДК ртути в воздухе населенных мест и жилых помещениях в Российской Федерации — 300 нг/м³. В каждой точке было

произведено несколько измерений в лунке глубиной 10 см, после чего были вычислены средние значения концентрации ртути в воздухе почвы. По результатам анализов построены карты распределения этого металла в почвенном воздухе исследованных районов города. Фоновые содержания в обоих районах исследования для почвенного и приземного воздуха колебались от 1 до 10 нг/м³. Также наблюдалась прямая корреляция между значениями концентраций ртути непосредственно в почвенном воздухе и концентрациями в приземном слое, что в дальнейшем сняло необходимость производить в нём замеры.

В Приморском районе, где застройка и промышленное освоение территории началось лишь в середине XX века, участок исследования граничит с промышленно-складской зоной, кроме того местами заметны скопления бытового мусора, а кое-где и несанкционированные свалки. Всё это, по-видимому, и является причиной повышенных концентраций ртути. Ртутное загрязнение в южной части значительно менее выражено, чем в северной, но и здесь присутствуют отдельные области повышенных значений (до 50 нг/м³). Северная часть территории представляет собой парковую зону и резко отличается от застроенной южной части. Довольно заметно, практически полное соответствие границ незастроенной зоны и территории с повышенными содержаниями ртути в почвенном и приземном воздухе. Это может быть связано как с захоронением свалочных масс до появления лесопарковой зоны, так и с длительным депонированием в почве ртути, выводимой из атмосферного воздуха. В приземном слое воздуха концентрации ртути однородны и не столь ярко выражены, (в отличие от ртутных загрязнений почвенного воздуха) чему вероятно способствуют приповерхностные потоки воздуха.

В Центральном районе зоны повышенных значений менее размыты, более локализованы и ярко выражены. В данном случае аномалии по ртути наблюдаются на следующих участках: в районе Пушкинской улицы, улицы Марата и Лиговского проспекта (значения в этой области варьируют от 11 нг/м³ до 51 нг/м³, значения достигают своего пика в районе памятника Пушкина на Пушкинской улице). На Манежной площади показатели концентраций ртути составляли 18 нг/м³, в районе Кременчугской и Атаманской улиц наблюдается значительная площадь с показателями от 11 до 18 нг/м³.

В районе РГПУ им. А.И. Герцена повышенные значения колеблются от 13 нг/м³ до 19 нг/м³; на 5 советской улице наблюдается точечная аномалия с концентрацией ртути 147 нг/м³, что является самым высоким показателем по обоим районам. Несмотря на разрозненность, пятнистую распространённость повышенных значений в Центральном районе, они, в среднем, выше, чем показания повышенных значений Приморского района, что, скорее всего, связано с длительной историей застройки исторического центра города

и использования в нем рассматриваемого нами металла. Для Центрального района средние значения на аномальных участках составляют 24 нг/м^3 , для Приморского — 19 нг/м^3 .

В целом же, в Центральном районе, как и в Приморском, значения концентраций ртути в приземном и почвенном слоях воздуха не превышают ПДК (300 нг/м^3). Исходя из этого, ртуть, как отдельно взятый металл не представляет весомой опасности для здоровья населения на рассмотренной территории.

О МИНЕРАЛАХ ПРИ РАДИАЦИОННОЙ ОЦЕНКЕ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Габлин В. А.

ФГУП «Радон», г. Москва, Россия

Composition of soils must be taken into account in their radiation assessment. Known approach to radiation assessment implies that soil consists of sand, clay and organic matter. But mineral composition of both sand and clay is not stable. Montmorillonite or kaolinite whose radioactivity potentially differs can be the main component of clay. Sand can either consist only of silica or contain noticeable amount of rare-earth minerals such as allanite or zircon. Every mineral has its own combination of radionuclides, their content and modes of occurrence. Predominant modes are isomorphic occurrence in crystal structure and microscopical occurrence of radioactive minerals in non-radioactive minerals. Minor are the complex compounds of radioactive elements sorbed on the surfaces and microfractures of minerals. The limit of radionuclides that can occur in mineral in one mode or another can be called «radioactive capacity». It allows principally to calculate maximal meanings of radioactivity for any soil with known composition. Thus, knowledge of mineral composition can be used as an instrument for correct radiation assessment of soils.

Показано, что главными условиями точной радиационной оценки являются правильность выполнения измерений и наличие критерия оценки, с которым результаты этих измерений сравниваются. Установлено, что решение вопросов точности радиационных измерений и проблемы отсутствия федеральных нормативных уровней радиоактивности почв лежит в правильной организации аналитического цикла радиационно-аналитического мониторинга, а именно, в части пробоподготовки. Доказано, что определение твердофазного состава почв позволяет, с одной стороны, обеспечить требования представительности и гомогенности счетных образцов, что является условием получения надежных и достоверных результатов измерений, с другой стороны,

выполнить расчет предельных значений фоновой радиоактивности, которая и является критерием радиационной оценки. На примере почв Московского мегаполиса как урбанизированной территории такой расчет выполнен.

Под твердофазными компонентами понимаются песчаная, глинистая и органическая составляющие. Однако и песчаная, и глинистая составляющие — это смесь минералов. Так, глина может быть сложена существенно каолинитом или монтмориллонитом, сорбционная емкость которых в отношении радионуклидов неодинакова. Песок может быть чисто кварцевым или обогащенным акцессорными минералами типа монацита или циркона, которые содержат заметные количества урана и/или тория в виде изоморфной примеси.

Поэтому были проведены радиационные измерения некоторых почвообразующих минералов. Результаты измерений подтверждают, что минеральные составляющие почв различаются по радиационным параметрам.

Тот факт, что радионуклиды имеют разный характер связи с различными компонентами почв, включая минералы, установлен многочисленными исследованиями. Все минералы характеризуются различными сочетаниями, концентрациями и формами нахождения радиоактивных элементов. Под формой нахождения понимается способ связи радиоактивного элемента с компонентами матрицы. Преобладающими формами являются структурная (стр) — изоморфная примесь в кристаллической структуре и механическая (мех) — микроскопические и субмикроскопические выделения радиоактивных минералов в минералах нерадиоактивных. Резко подчиненной является сорбционная форма (сорб) — комплексные соединения радиоактивных элементов, сорбированные на поверхности зерен, на межблоковых поверхностях минералов и на дислокационных дефектах кристаллической структуры (таблица). Между тем, именно формой нахождения и вещественным составом матрицы определяется степень опасности токсикантов (в т.ч. радионуклидов) в почвах.

Изложенное позволяет для обозначения потенциальной радиоактивности компонентов состава почв ввести термин «радиационная емкость». Любой компонент состава почв может быть описан предельной величиной радиоактивности, которая обусловлена кристаллохимическим фактором и факторами физико-химической природы. Расчет вклада кристаллохимического фактора для простейших случаев показывает, что почва, сложенная исключительно слюдами, имеет максимальные значения удельной активности ^{40}K на уровне 3000 Бк/кг. Вопросы сорбционной способности компонентов почв (физико-химические факторы) — глинистых минералов и органических соединений — хорошо изучены.

Результаты исследования вещественного состава почв, в т.ч. на минеральном уровне могут использоваться в радиоэкологическом мониторинге для повышения точности радиационной оценки почв.

Минерал	K	Cs	Th	U
Альбит	стр 4.12		$1.5 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$
Плагиоклаз	3.01		стр $4 \cdot 10^{-4}$	стр $7 \cdot 10^{-4}$
Полевой шпат	стр 14.03	стр 0.038	мех $1.5 \cdot 10^{-3}$	мех $1.27 \cdot 10^{-3}$
Вермикулит	6.64	стр, сорб		сорб
Хлорит			$2.2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Слюды	стр 11.54	стр 4.02, сорб	стр, мех 0.017	стр, мех $5 \cdot 10^{-3}$
Гематит			мех 10^{-3}	сорб $9.2 \cdot 10^{-3}$
Кальцит			мех $6 \cdot 10^{-4}$	мех $7.6 \cdot 10^{-4}$
Каолинит	+	стр	$7.2 \cdot 10^{-3}$	сорб $1.4 \cdot 10^{-3}$
Касситерит				$2.1 \cdot 10^{-5}$
Кварц	мех 0.16		мех $1.5 \cdot 10^{-3}$	мех $4 \cdot 10^{-4}$
Амфиболы	0.08		$3.2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$
Магнетит			мех 0.02, сорб	сорб 0.3
Монтмориллонит	1.34	стр	+	сорб 0.п
Пирит			мех $9.4 \cdot 10^{-4}$	сорб $1.7 \cdot 10^{-3}$

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЭКОСИСТЕМ ГОРОДОВ

Гавриленко В. В.

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

В этом году широко отмечается 150-летие со дня рождения великого учёного — В. И. Вернадского, который, будучи минералогом и геохимиком, впервые предложил считать биосферу не просто совокупностью живых организмов или вместилищем живого вещества в космосе, а рассматривать её как динамичную систему, где происходит грандиозный природный процесс оборота вещества и энергии на границе двух природных сущностей, кардинально изменяющий каждую из них. Зарождающийся в последние годы анализ региональных геоэкосистем, по сути, является развитием идей В. И. Вернадского о необходимости системного подхода к исследованию биосферы. *Геоэкология — наука, занимающаяся исследованием природных и техногенных факторов, воздействующих на биоту, биологические виды и индивиды, в том числе и на человека, в условиях Земли. Процесс эволюции в биосфере есть коэволюция — обмен веществом и энергией между живой и неживой материей, на чём и может базироваться современная геоэкологическая парадигма.*

В состав геоэкологии входит и экологическая геология как область изучения экологических функций литосферы (по В. Т. Трофимову). Каждое

из «вещественных» направлений экологической геологии, как и в целом геологии, занимается исследованием определённого уровня организации вещества.

Экологическая минералогия — направление в области минералогических знаний, исследующее взаимодействие живого и неживого (косного) на уровне минералов как формы организации вещества.

Экологическая геохимия — направление в области геохимических знаний, исследующее взаимоотношения живого и косного вещества на уровне химических элементов как формы организации вещества.

В отличие от природных, городские геоэкосистемы, являются природно-техногенными, определяемыми большей совокупностью факторов, влияющих на их формирование и развитие, а также их значительной изменчивостью. При анализе геоэкосистем городов значительно большее внимание как звену биоты уделяется состоянию человека и человеческого сообщества в условиях городской среды. По сравнению с незатронутой техногенезом природной средой, в данном случае резко затруднена типизация геоэкосистем, так как в каждом городе и, более того, в каждом районе города проявляются присущие только им локальные нарушения нормальных геохимических (и геофизических) полей, отличающихся специфическим влиянием на человеческие сообщества. В качестве объекта экологического исследования, человек, постоянно перемещающийся в крупном городе из одного района в другой, из одной системы жизнеобеспечения в другую, отличается от любых других живых организмов, для которых характерно, так или иначе, постоянство среды обитания или устойчивость её смены. Тем не менее, хотя бы в общем плане можно попытаться сгруппировать факторы, влияющие на геоэкосистемы того или иного города.

При региональных геоэкологических исследованиях, в частности, городских территорий, важной проблемой является выделение из общей интегральной картины изменчивости геоэкосистемы составляющих, связанных с природными и/или техногенными региональными и локальными факторами. Особенно это касается эколого-геохимического изучения различных территорий.

Природные региональные факторы связаны с приуроченностью города к определённым климатическим и ландшафтным зонам, к территориям с характерными гидрогеологическими, атмосферными условиями, а также с положением города в крупных региональных геологических структурах и региональных геохимических полях. В частности, природным региональным фактором для Санкт-Петербурга является приуроченность его в границе между породами Восточно-Европейской платформы и Балтийского кристаллического щита. Это отражается на структуре побережья Финского залива, различии характера эрозии северного и южного берега, состава его

донных отложений, а также на различии гидрогеологических, палеоландшафтных условий между севером и югом города.

Техногенные региональные факторы обусловлены, прежде всего, дальним воздушным и водным переносом вещества и попаданием города в ареалы его распространения. Это наиболее отчётливо проявлено в содержании радиоизотопов в почвах и водах городов, «накрытых» осадками после Чернобыльской катастрофы.

Локальные природные факторы определяются проявлением локальных гидрогеологических, аэродинамических, ландшафтных и палеоландшафтных, геологических и геохимических условий. В частности, положение горизонта диктионемовых сланцев ордовика в черте Санкт-Петербурга определяет зону повышенной радоновой опасности в его южных районах. Расположение погребённых долин определяет инженерно-геологические риски, например, при строительстве метрополитена. А доминирующая система циркуляции атмосферного воздуха накладывает заметный отпечаток на распределение выпадений загрязняющих веществ на территорию различных районов.

Локальные техногенные факторы — наиболее сложная и трудно поддающаяся анализу группа факторов при изучении геоэкосистем крупных городов. Они представляют собой комплекс постоянно меняющихся источников поступления вредных веществ в атмосферный воздух и городскую гидросеть. При этом постоянно изменяется размещение источников нарушения геоэкосистемы, а также характер и интенсивность воздействия на неё различных выбросов и стоков, путей миграции вещества.

Жизнь в процессе развития создаёт целые сложные биокосные системы — почвы и донные осадки, являющиеся важнейшими средами взаимодействия живого и косного вещества. В городских условиях нормальный почвенный покров почти повсеместно нарушен; почвы превращены в перемещённые почво-грунты, донные осадки водоёмов также часто нарушены. Тем не менее, они имеют важное индикационное значение при оценке состояния воздушной среды и водных объектов, контроле загрязнения и мониторинге водной среды, что обусловлено, в первую очередь, информативностью получаемых результатов и их воспроизводимостью. Последнее свойство нетипично для воздуха и водных масс, химический состав которых традиционно рассматривается в качестве основного критерия экологического состояния территории. Однако, воздуху и воде свойственна чрезвычайно высокая динамичность, зависящая от гидрометеорологических факторов, гидродинамических характеристик и пр. Эти обстоятельства существенно снижают эффективность и достоверность результатов эколого-геохимических исследований территорий, ограниченных только рамками водной и воздушной компонент. Поэтому в настоящее время опробование почв и донных осадков

широко используется для диагностики участков загрязнения атмосферного воздуха и акваторий химическими веществами.

Однако необходимо учитывать, что простое построение геохимических карт на основе элементарной статистики, обычно применяемое сейчас, не несёт достаточной информации о причинах формирования геохимической обстановки на территории. Наиболее серьёзные выводы относительно причин формирования конкретной геохимической обстановки могут быть сделаны лишь на основе сочетания методов многомерного статистического анализа и выявления конкретных форм нахождения токсичных компонентов в геохимической системе с помощью детального минералогического и геохимического изучения вещества осадков. Этот комплекс методов был детально разработан и апробирован в поисковой геохимии и с успехом может быть использован при эколого-геохимических исследованиях.

ПРИРОДНЫЙ КАМЕНЬ В ФОРМИРОВАНИИ ОБРАЗА ГОРОДА

Гавриленко В. В.

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

Облик городов мира создается веками. Труд зодчих, строителей, скульпторов и художников доносит до потомков свидетельства событий и веяния разных эпох. Особенности каждого города, делающие его непохожим на другие, во многом зависят и от тех геологических условий, в которых строится и развивается город, от тех материалов, которые используются во время его жизни.

Древнейшими каменными памятниками Древнего Египта являются пирамиды, которые делались из громадных каменных глыб. Обратим внимание на то, что район Гизы — «город мёртвых», расположен на левом берегу Нила, где развиты пригодные для строительства горные породы, а от древнего «города живых» на правобережье Нила не осталось почти никаких следов, так как там не строили из природного камня: его там просто нет. Искусство обработки и использования камня достигло расцвета в Древней Греции. Из камня в этой стране стали строить в VII в. до н.э., и связано это, в основном, с наличием здесь месторождений мрамора. Увлечение цветным камнем, каменной архитектурой и скульптурой характерно и для Древнего Рима. Огромные возможности мастерам здесь давала геология, разнообразие природного камня. В южной части Апеннинского полуострова широко развиты серовато-жёлтые известняки — травертины, из которых построены великолепные здания и сооружения древнего Рима. Своей архитектурной

гармонией «вечный город» и другие города центральной и юго-восточной Италии обязаны наличию здесь огромных запасов этого удобного для строительства, «тёплого» для восприятия и стойкого к разрушению камня. К северу от Рима, в сторону Флоренции, широко проявлены различные вулканы серого и зеленовато-серого цвета, а также мраморы с очень широкой гаммой окрасок, которые и пошли на украшение знаменитых зданий Флоренции, а также на изготовление знаменитых мозаик во внутреннем декоре дворцов и храмов Рима, Флоренции и других городов. А немного дальше к северу, в районе Каррары, расположено знаменитое месторождение белоснежного мрамора, который более двух тысячелетий по своим замечательным свойствам — белизне, равномерной зернистости, отсутствию трещин и способности к просвечиванию приповерхностного слоя является лучшим скульптурным камнем. Если бы не было на Апеннинах знаменитых мраморов, вряд ли возникло бы искусство Древнего Рима, не было бы и скульптуры эпохи Возрождения и более поздних времён.

Позже в каменной архитектуре городов Европы сменялись стили, получившие названия дороманский, романский, готический. Они воплощены в разных европейских городах по-разному. И это опять-таки зависит от характера местного камня. Готические соборы центральной Англии, выполненные из кварцитов, более суровы и сдержанны, чем ажурные, украшенные изумительной резьбой по более мягкому известняку или известковистому песчанику храмы Франции, Испании, Германии или Австрии. При этом в зависимости от окраски камня меняется тональность восприятия сооружения. Например, знаменитый собор в Кельне (Германия) — серого цвета, а не менее знаменитый Страсбургский собор во Франции — более радостного розового цвета. А вот в странах Скандинавии, где нет таких податливых для резьбы камней, готика развиваться не могла, и, вообще, Скандинавия не отличается наличием великолепной архитектуры и скульптуры из-за отсутствия достойного для них природного камня. Только начиная со второй половины XIX века граниты Финляндии и кварциты Швеции нашли себе достойное применение в строительстве красивых домов в Хельсинки, Стокгольме, Осло и других городах.

Своим путём развивалась архитектура юго-востока Азии. Когда знакомишься с дворцами и монастырями Индии, Шри-Ланки, Тайланда, голова кружится от обилия резного камня. В Индии, например, целые города имеют розовый цвет и фантастическую резьбу по устойчивому к любым атмосферным воздействиям кварцито-песчаника. Но, конечно, абсолютным шедевром архитектуры является храм Тадж-Махал, построенный из белоснежного мрамора, добывавшегося в 300 км к северу, в центральной Индии. Удивительный по красоте белый камень подобен знаменитому статуарному каррарскому мрамору, но Тадж-Махал сложен целиком из такого мрамора.

ра, а в Италии он всегда использовался только для изготовления скульптур и мелких деталей во дворцах и храмах.

Камень являлся важным строительным материалом и в Древней Руси. Осадочные породы Русской платформы, как правило, плитчатые, использовались при строительстве крепостных сооружений, храмов. Места их коренных выходов часто определяли и места основания городов, крупных поселений, а каменные стены крепостей укрепляли силу и мощь княжеств, способствовали усилению государства. Камень Северо-Запада России хорош для строительства крепостных стен и фундаментов, но не пригоден для резьбы и украшений. Поэтому и древнерусская архитектура здесь сдержанная, даже суровая. Резные камни в украшении архитектурных произведений древней Руси появились, когда в XII в. стало быстро развиваться Владимирское княжество, в пределах которого по берегам рек проявлен знаменитый белый мячковский известняк.

Санкт-Петербург является уникальным городом, построенным на границе Русской платформы и Балтийского кристаллического щита. Подобного мегаполиса в мире более нет. К югу от города развиты известняки, песчаники, глины, а к северу — кристаллические сланцы, гнейсы, граниты. *Соответственно, в архитектуре города традиционно использовались эти, совершенно разные, горные породы, что сформировало его знаменитую контрастность в архитектурном убранстве, в искусстве и, возможно, в характере коренных его жителей, описанную в многочисленных литературных произведениях.*

В XX веке, веке трагических потрясений и разрушений, была во многом нарушена целостность контрастной архитектуры города, но в Ленинграде появились и настоящие шедевры из камня: станции метрополитена, а также удивительный 33-метровый обелиск из серого гранита рапакиви на площади Восстания, возведённый в честь 40-летия Победы народа в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг. Этот монолит не уступает, и по художественной ценности, и как памятник эпохе, колонне О. Монферрана на Дворцовой площади и, несомненно, относится в выдающимся произведениям мирового монументального зодчества.

Проблема сохранности и унаследованности во времени строительного материала в архитектурных памятниках очень важна, с точки зрения сохранения культурного наследия и в наше время, когда функционируют дальние перевозки, и подрядчики используют камень, исходя, прежде всего из его стоимости. Непонимание того, что природный камень имеет не только физические параметры, но и эстетические характеристики, определяющиеся сочетанием цвета, структуры, текстуры, неоднородностей приводит к тому, что наше время будет запечатлено в камне как время эстетически необразованных людей, не умевших сохранить неповторимый облик города, оставленный нам предками.

В заключение можно отметить следующее:

- *история цивилизации во многом определяется её отношением к камню как одному из основополагающих факторов её развития, как к одной из основ её памяти;*
- *образ города, создаваемый веками, наряду с социально-экономическими условиями, определяется той геологической ситуацией, в которой он развивается, тем камнем, который заложен в его основу;*
- *для Санкт-Петербурга характерной его особенностью является контрастность природного камня, использованного при его строительстве, обусловленная уникальной геологической и географической ситуацией, в которой находится город;*
- *для сохранения образа Санкт-Петербурга, созданного на протяжении трёх столетий, необходимо внимательное отношение к камню, привлекаемому к строительству и реставрации в исторических районах, и использование традиционных для города сортов природного камня. Это необходимо, чтобы не нарушать гармонию образа Санкт-Петербурга, созданного его талантливыми создателями, и не войти в историю как очередное поколение варваров, разрушающих память о предыдущих цивилизациях.*

АТМОСФЕРНЫЕ ВЗВЕСИ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ГЕОХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

***Голохваст К. С.¹, Чернышев В. В.¹, Автомонов Е. Г.¹, Разгонова С. А.¹,
Шведова А. А.²***

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

²National Institute for Occupational Safety and Health, Morgantown, USA

In this paper results of the granulometric and qualitative characteristic nano — and the microparticles weighed in atmospheric air of the largest cities of the Far East: Vladivostok, Khabarovsk, Birobidzhan, Blagoveshchensk, Ussuriisk and for comparison — the national park Bastak are shown.

В настоящее время в России и странах СНГ постоянный экологический мониторинг техногенных (городских) взвесей осуществляется лишь в крупных городах (Москва, Санкт-Петербург, Минск). К сожалению, на сегодняшний день отсутствуют систематические данные о составе и размерности частиц атмосферных взвесей крупнейших городов Дальнего Востока.

Анализ состава атмосферных взвесей выполнен на примере крупных городов юга Дальнего Востока — Владивосток, Хабаровск, Благовещенск, Биробиджан, Уссурийск и государственного заповедника Бастак.

Пробы собирались либо как атмосферные осадки (снег), либо как пробы воздуха, прокачиваемые через пробоотборник. Снег собирался в момент снегопада. Чтобы исключить вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями, отбирался только верхний слой (5—10 см) только что выпавшего снега. Его помещали в стерильные контейнеры объемом 1 л. Через пару часов, после растаивания снега, из каждого образца, после взбалтывания, набирали 40 мл жидкости и анализировали на лазерном анализаторе частиц Fritsch Analysette 22 NanoTech (Германия), позволяющем в ходе одного измерения устанавливать распределение частиц по размерам, а также определять их форму.

Пробы воздуха методом прокачивания отбирались с помощью пробоотборника Derenda LSV 3.1 (Германия) с оголовниками PM 10, 4, 2,5 и 1 в тех же районах, где собирались и атмосферные осадки. Анализ образцов проводили на сканирующем микроскопе Hitachi S3400N (Япония) и JEOL JSM 6490LV (Япония). Минералогический анализ взвесей производили на микроскопах Zeiss Stemi DV4 и Zeiss Discovery V12 (Германия).

Анализируя атмосферные взвеси вышеприведенных городов, мы разделили их по размерам частиц, согласно данным лазерного анализатора, на семь классов: 1) от 0,1 до 1 мкм (соответствует PM1), 2) от 1 до 10 (соответствует PM10), 3) от 10 до 50, 4) от 50 до 100, 5) от 100 до 400, 6) от 400 до 700, 7) более 700 мкм, что позволяет соотнести экологическую опасность и размерность. Наиболее опасными в данном случае считаются первые два класса, а к частицам средней опасности необходимо отнести третий размерный класс.

Второй важнейшей гранулометрической характеристикой частиц, с точки зрения экологической опасности, является их удельная поверхность. Согласно данным лазерного анализатора мы разделили частицы по величине удельной поверхности: 1) более $7000 \text{ см}^2/\text{см}^3$ (наиболее опасный), от 1000 до 7000 и 3) менее $1000 \text{ см}^2/\text{см}^3$ (наименее опасный).

С точки зрения качественного анализа, то компоненты атмосферных взвесей по результатам сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионным анализом и световой микроскопии можно разделить на высокотоксичные (наночастицы металлов и горных пород), среднетоксичные (микрочастицы металлов, саж, волокна) и малотоксичные (микрочастицы горных пород и минералов, органический детрит). Разделение на нано- и микрочастицы проводилось под сканирующим электронным микроскопом.

Основными типами частиц атмосферных взвесей города-порта Владивостока являются природные минералы (алюмосиликаты, оксиды кремния и галит) и продукты выбросов автотранспорта (сажа, металлы) пятого, шестого и седьмого размерных классов с низкой удельной поверхностью, что позволяет отнести город к числу экологически благополучных.

Основными типами атмосферных взвесей Хабаровска — города с прессом промышленных предприятий и автотранспорта являются техногенные взвеси (сажа, металлы, неопределяемый мусор), второго и третьего размерных классов с высокой удельной поверхностью, что позволяет отнести город к экологически наиболее напряженным.

Основными типами атмосферных взвесей Биробиджана — континентального города с небольшим прессом предприятий являются техногенные взвеси (шлаки) и растительный детрит, третьего, шестого и седьмого размерных классов с низкой удельной поверхностью, что позволяет отнести город к числу экологически относительно благополучных.

Типичными частицами атмосферных взвесей Благовещенска, крупного континентального города, находящего на берегу двух крупных рек, с небольшим прессом предприятий и автотранспорта, являются микрочастицы горных пород и минералов (силикаты) и техногенные взвеси (сажа), второго, третьего и седьмого размерных классов со средней удельной поверхностью, что позволяет отнести город к числу экологически относительно благополучных.

В атмосферных взвесах Уссурийска, среднего континентального города с прессом топливных и промышленных предприятий, а также автотранспорта, основными компонентами взвесей являются техногенные взвеси (сажа, металлы, шлаки, неопределяемый мусор), первого, второго и третьего размерных классов с высокой удельной поверхностью, что позволяет отнести город к наиболее загрязненным.

В атмосферных взвесах государственного заповедника Бастак, примыкающего к г. Биробиджану, основными компонентами взвесей являются растительный детрит, природные минералы и техногенные взвеси (сажа, металлы), первого, второго и третьего размерных классов с высокой удельной поверхностью, что позволяет считать эту зону загрязненной.

В заключение стоит отметить, что геохимический и размерный состав частиц взвесей крупнейших городов Дальнего Востока полностью соответствуют географическим и техногенным предпосылкам — рельефу, площадям пыления, переносам, антропогенному воздействию.

Исследование выполнено при поддержке ДВФУ и Гранта Президента для молодых ученых МК–1547.2013.5.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗДОРОВЬЮ ДЕТЕЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Горький А. В.

РГЭЦ — филиал ФГУГП «Урангео»

This work show approach for evaluation of risk from soil's contamination for children's health, based on evolved correlation between heavy metals concentrations in soil and some type of illness. For Saint-Petersburg calculated number of geochemistry determine children's illnesses.

Зависимость между загрязненностью почво-грунтов и показателями здоровья населения несомненна, однако крайне важно перейти от ее качественной оценки к количественной, что и является предметом данной работы.

Для эталонной территории города в результате совместной работы геохимиков и гигиенистов были определены коэффициенты корреляции между содержанием отдельных тяжелых металлов в грунтах и уровнями детской заболеваемости (табл. 1), а при обнаружении отчетливых связей между этими показателями вычислялся фактор пропорции (slope-factor) роста дополнительных случаев заболеваний от загрязнения почвы (табл. 2).

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между содержанием тяжелых металлов и уровнями детской заболеваемости

Элементы	Общая Заболеваемость	Болезни											
		Инфекц. и паразит. забол.	Новообразов.	Эндокр. системы	Крови и кров. орг.	Нервной системы	Кровообращения	Орг. дыхания	Орг. пищеварения	Моче-пол. системы	Кожи	Костно-мыш. системы	Врожд. аномалии
Hg	0,17	0,30	0,19	0,36	0,28	0,21	-0,25	-0,02	-0,30	-0,17	0,35	0,24	0,36
Pb	-0,15	-0,03	-0,14	0,51	-0,17	0,54	-0,18	-0,40	-0,43	0,10	0,11	0,47	0,60
Cd	-0,13	-0,05	-0,13	-0,03	-0,10	0,13	-0,08	-0,11	-0,03	0,19	-0,05	0,05	0,06
Zn	0,01	0,24	-0,07	0,13	0,17	0,31	-0,35	-0,15	-0,22	0,23	0,28	0,20	0,26
Co	-0,34	0,02	-0,21	0,17	-0,10	0,57	-0,34	-0,24	-0,07	0,58	0,15	0,21	0,21
Cr	0,27	0,46	0,32	0,11	0,50	-0,07	-0,20	0,35	0,06	-0,18	0,35	-0,14	-0,04
Ni	-0,18	0,19	-0,04	0,15	0,11	0,43	-0,40	-0,13	-0,14	0,35	0,26	0,19	0,22
Sb	-0,26	-0,08	-0,40	0,41	-0,25	0,47	0,07	-0,30	-0,10	0,36	-0,03	0,19	0,37
Cu	0,22	0,22	0,01	-0,05	0,25	-0,12	-0,07	0,02	-0,11	-0,12	0,19	0,01	0,06
V	0,20	0,46	0,46	-0,15	0,57	-0,07	-0,44	0,32	0,03	-0,09	0,48	-0,08	-0,19

Таблица 2. Значения фактора пропорции (slope-factor) поста дополнительных случаев заболеваний от загрязнения почвы

Элемент	Инфекц. и паразит. забол.	Новооб-разов.	Болезни эндокр. системы	Болезни крови и кро-ветв. орг.	Болезни нервной системы	Болезни мочепоп. системы	Болезни кожи	Врожд. аномалии
Pb			0,119		0,21			0,03
Co					4,91	0,64		
Cr	0,26			0,07				
V	0,84	0,05		0,24			0,271	

Видно, что основное воздействие на здоровье детей оказывают загрязне-ние грунтов свинцом, кобальтом, хромом и ванадием.

Рассмотрим подробнее свинец — наиболее широко распространенный тяжелый металл:

1. В результате сопоставления нормативной базы ЕС и России в качестве уровня риска принимаем концентрацию свинца в 260 мг/кг.
2. Выделим на карте загрязнения почв Санкт-Петербурга свинцом зоны риска с превышением граничного условия (рис. 1) — в целом по городу они составляют 31.18 кв.км (т.е. 2,2% площади) и в их пределах проживает около 12,5 тыс. детей.
3. Наибольшая плотность таких зон риска — в Кронштадтском, Адмиралтейском и Кировском районах.
4. Используя слоп-фактор определим число дополнительных случаев заболеваний нервной системы, эндокринной системы и врожденных аномалий, как по районам (рис. 2), так и по городу в целом: общее число таких дополнительных геохимически обусловленных случаев заболевания детей составило в 2011 году 3297, причем 58% из них — заболевания нервной системы. Наибольшее число геохимически обусловленной детской заболеваемости можно ожидать в Кировском, Василеостровском и Невском районах города.

Таким образом, использование геолого-гигиенического подхода к оценке рисков от загрязнения почво-грунтов Санкт-Петербурга дает возможность получить количественную характеристику негативного воздействия — в числе экологически обусловленных случаев детской заболеваемости, что позволяет проводить экономические расчеты величины ущерба здоровью населения от состояния геологической среды и обосно-ванно определять стратегию снижения рисков здоровью населения города.

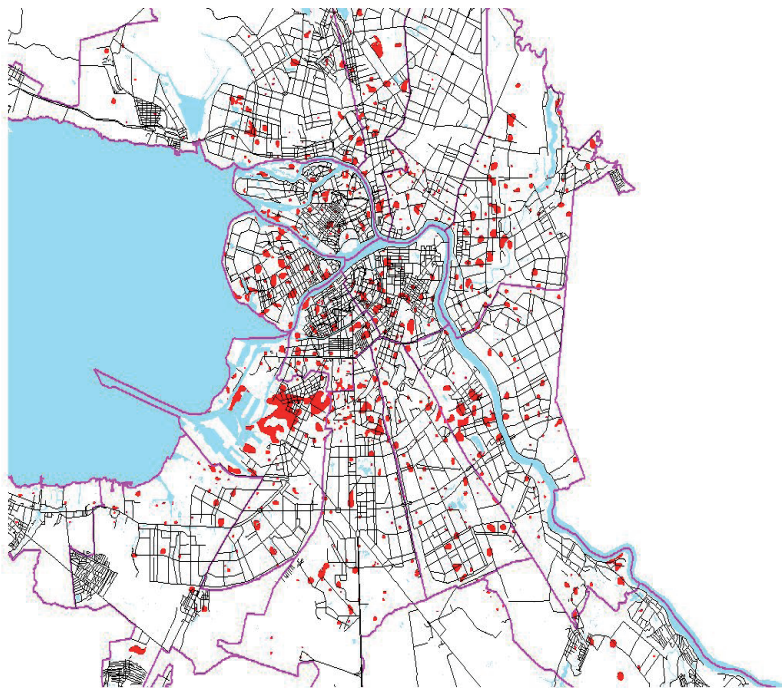


Рис.1 Схема участков чрезвычайно опасного загрязнения свинцом в центральной части Санкт-Петербурга

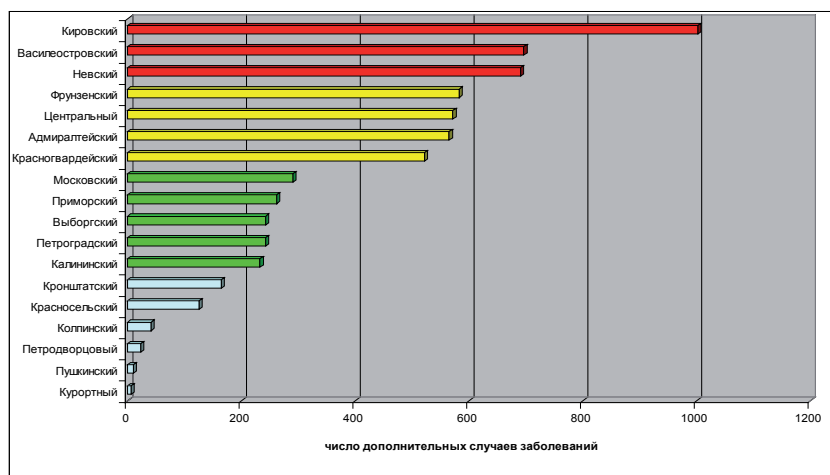


Рис.2. Число дополнительных случаев детской заболеваемости из-за свинцового загрязнения почв.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГРУНТАХ НА ГЛУБИНУ

Горький А. В., Стогова Н. С.

РГЭЦ — филиал ФГУП «Урангео», г. Санкт-Петербург

In modern life accumulation of heavy metal is global problem in big cities because of human's activity. Regularity of distribution of heavy metals on depth was studied on 38 wells in 7 district of Saint-Petersburg.

В течение почти 20 лет РГЭЦ по заказам Комитета природопользования проводит геохимические исследования на территории Санкт-Петербурга, в результате чего создан комплект карт. Однако, все это касается только поверхности грунтов, а статистически значимая оценка распределения на глубину не проводилась. В рамках экологических изысканий под строительство новых веток метро, нами в последние 3 года выполнены геохимические исследования во многих пунктах на глубину до 10 м, что позволило сделать некоторые предварительные обобщения.

На всей изученной территории мощность техногенного слоя в среднем 2—4 метра, а ниже залегают песчаные или глинистые разности осадочных пород. Характерно, что накопление элементов в городе не зависит от типа почв, что связано с техногенным влиянием, маскирующим природные геохимические различия.

В техногенных грунтах содержание тяжелых металлов значительно выше, чем в природных (табл. 1, рис. 1). Так, например, содержание Hg в поверхностном слое (0,0—0,2м) превышает фоновое содержание в 16 раз, Zn в 12 раз, а Pb и Cd в 7 раз. В слое 0,2—2м фоновое содержание элементов превь-

Таблица 1. Коэффициенты концентраций тяжелых металлов

Элемент	техногенные грунты		природные грунты	
	0.0—0.2 м	0.2—2 м	2—5 м	5—10 м
Hg	16	7	2	1
Pb	7	13	2	1
As	2	1	1	1
Cd	7	3	1	0
Zn	12	5	1	1
Ni	2	2	1	2
Co	2	2	2	2
Cr	5	4	3	3
Cu	5	5	1	1
Mn	3	2	3	3

шено от 2 и более раз. На глубине от 2 до 5 метров элементы I класса опасности имеют фоновое значение, либо превышают его не более чем в 2 раза (Hg, Pb). Содержание же этих элементов на глубине от 5 до 10 метров вовсе не превышают или равно фоновому значению. Элементы II и III класса опасности на протяжении всего изученного природного слоя превышают фоновое значение в 2—3 раза. Таким образом, можно сделать вывод, что большая часть химических элементов, принадлежащих трем классам опасности, оседает на поверхности, а с глубиной их накопление значительно снижается.

На основе корреляционного анализа были выделены природные и техногенные ассоциации: в природных грунтах наблюдается обособление элементов в две ассоциации: Mn, Cr, Ni и Pb, Cd, Cu, Zn, Hg (рис.2 а). Ассоциации техногенного слоя не так явно проявлены, они образуют небольшие парные ассоциации: Pb и Zn, Cu и Cr, Cr и Ni, Co и Mn (рис.2 б), которые нарушают природную ассоциацию — это последствия антропогенного вмешательства на их накопление.

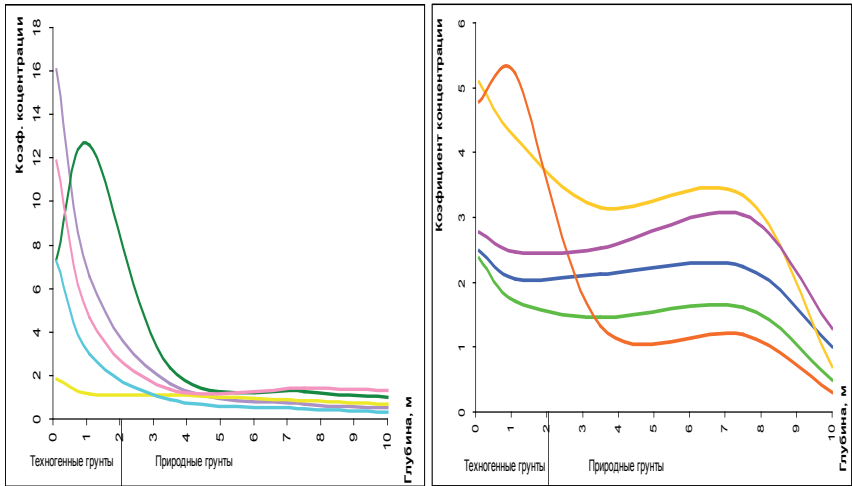


Рис. 1. График распределения химических элементов I (а) и II—III (б) класса опасности.

Mn	Cr	Ni	Pb	Cd	Zn	Cu	Hg	As	Cd	Pb	Zn	Cu	Cr	Ni	Co	Mn	As	Hg
	0.33	0.45	0.3	0.5	0.58	0.61	0.46	0.26		0.12	0.46	0.46	0.74	0.35	0.29	0.35	0.1	0.1
		0.3	0.19	0.25	0.36	0.43	0.45	0.22		0.26	0.17	0.31	0.3	0.17	0.25	0.22	0.05	
			0.07	0.24	0.42	0.32	0.31	0.22		0.07	0.13	0.43	0.3	0.29	0.07	0.15		
				0.1	0.31	0.4	0.46	0.19		0.36	0.18	0.27	0.24	0.02	0.23			
					0.12	0.22	0.31	0.2		0.15	0.08	0.26	0.06	0.06				
						0.09	0.18	0.33		0.22	0.07	0.07	0.13					
							0.06	0.24		0.32	0.01	0.19						
								0.1		0.05	0.1							
											0.07							

Рис. 2. Матрица коэффициентов парной корреляции для природных (а) и техногенных (б) грунтов.

Выводы:

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- Содержание элементов в суглинках и супесях в целом близко;
- Содержание элементов в техногенных грунтах значительно выше, чем в ниже залегающих природных грунтах. Содержание элементов в техногенном слое превышает фоновое значение от 2 до 16 раз. Содержание элементов природных грунтов либо равны фоновому значению, либо превышают в 2—3 раза.
- С глубиной, особенно ниже техногенных грунтов, концентрация элементов I класса опасности резко снижается.
- Элементы II и III класса опасности не проявляют столь четкой закономерности, однако также следуют этой зависимости.
- Природные грунты образуют вполне естественные ассоциации, чего нельзя сказать про техногенные. В техногенных грунтах образование ассоциаций напрямую зависит от антропогенных источников накопления. Поэтому проявляются ассоциации, не свойственные природным.
- Грунты загрязнены в среднем по городу до 2,5 м.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА ПАЛОЯРВИ, ВОДОЗАБОР Г. ЗАПОЛЯРНЫЙ, МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Даувальтер В.А., Кашулин Н.А., Сандимиров С.С.

Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН

Озеро Палоярви (водосбор реки Печенга) расположено в 6 км от границы с Норвегией, в 4 км на север от г. Заполярный, и является питьевым для жителей этого города. Озеро небольшое по размерам (площадь озера 2.76 км²), мелководное (макс. глубина 5 м), по форме, близкое к овальному, ледникового происхождения, наибольшая длина которого — 2.8 км, наибольшая ширина — 2.2 км.

Территория водосборной площади по типу ландшафтов относится к сочетанию пологих депрессий озерно-ледниковых равнин и тектонических массивов с прерывистым чехлом четвертичных отложений с высотами до 371.6 м (г. Маатунтури). Берега озера невысокие, поросшие березовым древостоем. Вода в озере бесцветная, но в период половодья цветность вод повышается до 38 град. и становится желтоватой. В прибрежной зоне озера встречаются валунные отложения и заиленные участки. По всему озеру преобладают илистые отложения темно-коричневого

цвета, представляющие неразложившиеся остатки органического вещества.

По качеству вод озеро является одним из самых загрязненных в Печенгском районе, вследствие близости комбината «Печенганикель» Кольской горно-металлургической компании. Большое влияние на качество вод оказывает аэротехногенное загрязнение.

Вода в озере является близкой к нейтральной и характеризуется значениями общей минерализации в среднем 27.0 мг/л и щелочности в среднем 141 мкэкв/л. В период половодья рН воды снижается до 6.39, а затем повышается до 6.97. Для озера характерны невысокие концентрации основных катионов и анионов, среди которых преобладают кальций (в среднем 3.15 мг/л) и гидрокарбонаты (в среднем 8.6 мг/л).

Интенсивное загрязнение водоема наблюдалось в период максимальных выбросов комбината «Печенганикель» в конце 80-х — начале 90-х годов. В тот период отмечены максимальные концентрации в воде большинства элементов, а особенно сульфатов (до 8.84 мг/л), соединений меди и никеля. В настоящее время концентрации этих элементов, также как и остальных, характеризующих состояние водоема, высоки.

Годовой ход химических компонентов озера выражается в том, что во время паводков при увеличении количества атмосферных вод минерализация снижается до 23.1 мг/л и понижается активная реакция (рН). В меженные периоды, в основном зимой и осенью, при увеличении притока грунтовых вод — общая минерализация увеличивается до 37.4 мг/л, уменьшается окисляемость, активная реакция увеличивается.

Содержание и соотношение форм биогенных элементов колеблется в зависимости от сезона, а динамика в значительной степени определяется уровнем развития продукционных процессов и, следовательно, трофностью водоема. Наибольшая концентрация общего фосфора в озере (до 17 мкг/л) отмечается в период половодья, которая в 2—3 раза превышает его концентрации в меженный период. Наиболее высокие значения концентрации общего азота (до 340 мкг/л) отмечаются в зимний период. По содержанию биогенных элементов озеро характеризуется как мезотрофное. В озере преобладают типичные для данного района показатели цветности и органического вещества (в среднем 5.4 мг/л). Содержание Fe составляет в среднем 193 мкг/л. Трофический тип водоема в значительной степени определяется близким расположением г. Заполярный и комбината.

Показатель условного водообмена, определяющий концентрацию биогенных элементов в озере, равен 4.9, что означает полный обмен вод озера приблизительно за два месяца.

Территория водосбора озера Палоярви подвергается серьезному антропогенному влиянию, в том числе вследствие деятельности комбината «Печенганикель». Водная система озера подвергается выбросам загрязняющих веществ с обогатительной фабрики. К основным загрязняющим веществам относятся соединения серы и тяжелых металлов (Ni, Cu, Co и др.). Выбросы диоксида серы с комбината приводят к окислению поверхностных вод и загрязнению подземных вод вследствие выщелачивания элементов из поверхностной среды. В 90-х годах максимальные концентрации в воде составляли: меди — 11 мкг/л, никеля — 36 мкг/л. В настоящее время, в период снижения аэротехногенной нагрузки, влияние воздушного загрязнения сказывается на более высоком содержании соединений меди (до 17.4 мкг/л) и никеля (до 62 мкг/л) во все периоды наблюдений.

Донные отложения оз. Палоярви характеризуются значительным содержанием органического материала — значение ППП (потерь веса при прокаливании) в поверхностном слое более 65% (табл. 1). Озеро испытывает значительное атмосферное загрязнение выбросами плавильных цехов комбината «Печенганикель» (Ni, Cu, Co), в том числе и глобальными загрязняющими халькофильными элементами — Pb, As, Cd и Hg. Величины коэффициента загрязнения (отношение концентрации элемента в поверхностном сантиметровом слое к фоновому значению в слое 19—20 см донных отложений) этими элементами находятся в пределах от 2.3 до 36.3, т.е. относятся к значительному и высокому загрязнению по классификации Л. Хокансона (1980). Наибольшее значение C_f имеет Ni — главный загрязняющий металл в индустриальной зоне комбината «Печенганикель». По классификации Л. Хокансона значение степени загрязнения C_d (сумма коэффициентов загрязнения исследуемых тяжелых металлов), рассчитанное для этого озера, относится к высокому.

Таблица 1. Содержание органического материала (потери веса при прокаливании — ППП, %) и тяжелых металлов (мкг/г сухого веса) в поверхностном (0—1 см) и фоновом (19—20 см) слоях донных отложений. C_f и C_d — значения коэффициента и степени загрязнения

Озеро	Слой, см	ППП	Cu	Ni	Zn	Co	Cd	Pb	As	Hg	C_d
Палоярви	0—1	67.87	867	1500	91	63.5	0.68	7.3	17.5	0.194	
	19—20	38.56	33	41	101	16.3	0.17	3.2	4.6	0.037	
C_f			26.1	36.3	0.9	3.9	4.0	2.3	3.8	5.2	82.6

НОВЫЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖИЛОГО ФОНДА

Евсина Е. М., Ермилова Т. О.

ГАОУ АО ВПО «АИСИ», Астрахань

The new lifeproiding system applicated in the dwelling found.

В настоящее время проблема загрязненного воздуха является актуальной как для экологов, так и для владельцев квартир в мегаполисах, поскольку воздух в жилом помещении часто бывает загрязнен до того уровня, когда его необходимо очищать как от промышленных токсикантов, так и от болезнетворных микроорганизмов (СанПиН 2.2.4.1294—03) [4].

С целью достижения данной задачи на российском рынке существуют технологии и оборудование как отечественных, так и зарубежных производителей. Эти системы обеспечивают высокое эффективное воздействие на загрязнения воздуха. Но недостатками данных технологий является их локально — избирательный характер, позволяющий очищать воздух от определённого вида токсиканта.

Существует метод создания комфортного микроклимата помещения [2], который заключается в следующем «при перемешивании приточного и внутреннего воздуха, воздушная смесь нагревается до определенной температуры, увлажняется, осушается и очищается. Система кондиционирования состоит из «вентилятора, камеры смешения и фильтра очистки воздуха, регулирующих клапанов с исполнительными механизмами, прибора регулирования с датчиками, воздухоохладителя, воздухонагревателя и камеру орошения». В результате создается комфортный микроклимат помещения».

Применяется другой вариант очистки воздуха.

Авторы предлагают решение проблемы путем реконструирования воздухоочистительной системы жилого фонда. Для этого очистку воздуха производится фильтром с новым сорбентом, находящимся в приточной вентиляции перед вентилятором. Преимущество предложения — новый сорбент СВ — ДА, позволяющий очищать воздух от совокупности токсикантов. («сорбент получен смешиванием измельченных 100 г цемента — 500, 100 г природных цеолитов (опок) Астраханской области с 100 см³ 10 %-ного водного раствора поваренной соли и формированием гранул, необходимых размеров (от 0,5 до 5 см в диаметре)»).

Список, используемой литературы:

1. Кузнецов О. Ю., Иванцова Н. А., Панкратова Е. А. Способ мокрой очистки воздуха. Патент на изобретение № 2477166 (13) С2 (51) МПК В01Д47/00, В01Д47/02, В01Д53/44, С02F1/32, F24F7/00, 2011.
2. Малова Д. Н., Агарев Е. М., Павлов Е. Е. Способ кондиционирования воздуха. Патент на изобретение № 2162572, (51) МПК 7 F24F3/14, F26B21/00 2001.
3. Патент 2452561 Российская Федерация, Сорбент СВ-ДА для очистки атмосферного воздуха [Текст] / Н. М. Алыков, Е. М. Евсина.: заявитель и патентообладатель Астраханский государственный университет. — № 2010128819; заяв. 10.06.10; опубл. 12.07.10.
4. СанПиН 2.2.4.1294—03

РАДОН В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Каюкова Е. П.

Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург

В 2003—2005 гг. на кафедре гидрогеологии проводились опробования источников в районе пос. Можайский. Содержание ионов Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} анализировали в лаборатории кафедры гидрогеологии СПбГУ объемным (титриметрическим) методом, SO_4^{2-} — весовым методом. Концентрации микрокомпонентов в пробах воды измерялись после консервации методами ICP ES (атомно-эмиссионный спектрометр ICA61E) и ICP MS (масс-спектрометр Agilent 7500) в лаборатории ГУП «Водоканал». Радон и радий в подземных водах определяли в лаборатории радиационного контроля кафедры гидрогеологии СПбГУ на сцинтилляционном аналитическом комплексе «Радэк» по активности γ -излучающих радионуклидов (методика разработана ООО «Радэк», С.-Петербург)..

Расположение точек опробования представлено на рисунке 1. Всего изучалось шесть водных объектов, в число которых вошли источник № 2 — «Ключь» у бывшего завода минеральных вод по ул. 25 Октября, д. 15 и родник Петра I на Ореховой горе № 5.

Подземные воды источников, разгружающихся в районе Дудергофских высот, пресные щелочные гидрокарбонатные магниевые-кальциевые или кальциево-магниевые. Из всех изучаемых родников лишь в одном (источник Ключь) преобладали катионы магния, в остальных преобладали катионы кальция. Ниже представлены формулы Курлова наиболее интересных водных объектов и их микрокомпонентный состав:

Источник № 2 **Ключь** (ул. 25 Октября, напротив д.15)

$$M(0,6 - 0,8) \frac{HCO_3(63 - 70) Cl(16 - 19)}{Mg(44 - 45) Ca(40 - 41) Na(12 - 13) K3} pH(6,8 - 7,2) Rn 120$$

Источник № 4 **У Дудергофского озера**

$$M(0,6 - 0,7) \frac{HCO_3(78 - 84) Cl(13 - 14)}{Ca(45 - 47) Mg(39 - 44) Na(8 - 14)} pH(7,2 - 7,3) Rn 70$$

Источник № 5 **Петра I** на Ореховой горе

$$M(0,3 - 0,4) \frac{HCO_3(86 - 88) SO_4(1 - 11)}{Ca(68 - 74) Mg(24 - 27) Na(2 - 5)} pH(7,3 - 7,8) Rn 8$$

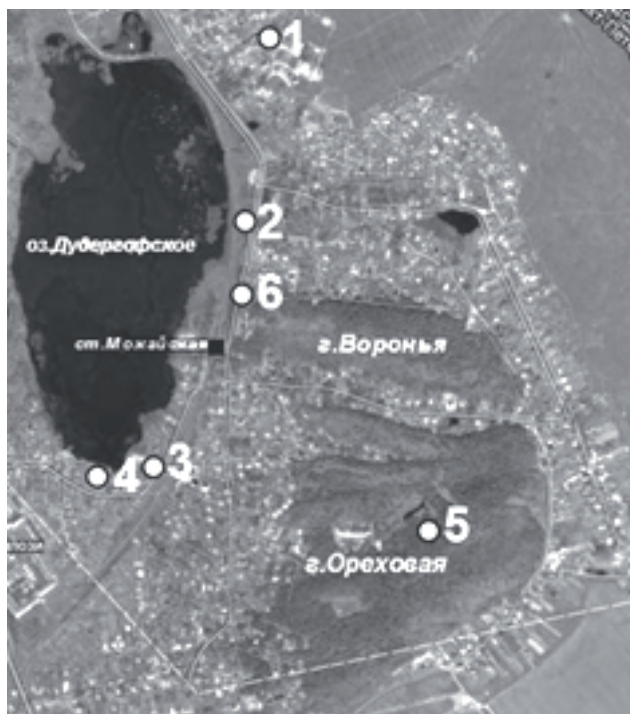


Рис. 1. Схема опробования

При изучении естественной радиоактивности подземных вод особое внимание было уделено источнику Ключь, поскольку он активно исполь-

зуется для питьевых целей не только местными жителями, сюда за водой с бидонами приезжают люди из окрестных поселков и Санкт-Петербурга.

В результате исследования выяснено, что вода большинства источников п. Можайский не соответствует радиационной безопасности по радону (по нормам СанПиН 2.1.4.1074–01 и НРБ–99/2009 допускается не более 60 Бк/л) и именно в источнике Ключь наблюдаются самые высокие активности радона (табл. 1).

Таблица 1. Содержание радона и радия (Бк/л) в источниках пос. Можайский (2003—2005 гг.)

№ пробы	²²² Rn, Бк/л				²²⁶ Ra, Бк/л
	Количество определений	среднее	min	max	
1. у пруда	1	87±13	-	-	1,7±0,4
2. Ключь (ул. 25 октября)	22	120±15	103	130	н.о.
3. у железной дороги	5	40±8	38	42	н.о.
4. у Дудергофского озера	2	72±12	70	73	н.о.
5. Петра I (на г.Ореховой)	1	8±2,6	-	-	н.о.

Лишь в пробе источника № 1 проводилось измерение радия (табл. 1). Высокие значения радия в этом источнике и его соотношение с уровнем радона позволяет утверждать, что и в источнике Ключь также ожидаются превышения уровня радия согласно санитарным нормативам НРБ–99/2009 (СанПиН 2.6.1.2523—09). Радий опасен для человека в силу своей токсичности.

Наличие радионуклидов в подземных водах пос. Можайский объясняется тем, что водоупором водоносного комплекса карбонатных пород ордовика служат дикинонемовые черные сланцы копорской свиты, содержащие некоторое количество урана, который является материнским элементом для радона.

Опробование на содержание микрокомпонентов в родниковых водах пос. Можайский проводилось дважды за исследуемый период, данные анализов приведены в таблице 2. В результате исследований выявлено, что во всех пробах существуют повышенные концентрации бария (в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074—01 концентрация Ba в питьевой воде не должна превышать 0,1 мг/л).

Среди населения бытует мнение, что вода Петровского родника содержит повышенные концентрации серебра, однако результаты анализов показывают, что это не так (табл. 2).

Для сравнения в таблице 2 приведены средние значения, медиана и максимальные концентрации некоторых микрокомпонентов в составе подземных вод ордовикского водоносного комплекса [2].

В подземных водах, изученных осенью 2005 г., в источнике № 5 (Петра I) зафиксированы превышения по свинцу и цинку (ПДК 0,03 мг/л и 5 мг/л соответственно), что, вероятно, связано с антропогенным вмешательством. В 2004 г. превышения отсутствовали. В нескольких пробах отмечены превышения содержания железа (табл. 2), ПДК которого для питьевых вод составляют 0,3 мг/л.

В 2003 г. было проведено изучение водопродоводной воды, отобранной из крана в столовой общеобразовательной школы г. Красное Село. В результате лабораторных работ были получены следующие данные: $Rn\ 57 \pm 14$ Бк/л. Эти цифры свидетельствуют о том, что возможны превышения уровней вмешательства радона, и необходимо проводить постоянный мониторинг.

Воды ордовикского водоносного комплекса имеют особое значение для снабжения южных районов Петербурга и Красного Села. На западном берегу оз. Дудергофского, в зоне разгрузки подземных вод на базе месторождения трещинно-карстовых вод существует крупный централизованный водозабор.

На настоящее время водозабор представляет собой три каптажа и десять скважин, из которых семь эксплуатируется, а три — используются как наблюдательные [2]. Фактическая подача воды станцией «Дудергофская» по состоянию на 30 августа 2012 года составляла 32 тысячи кубометров в сутки: 24 тысячи кубометров в сутки — из находящихся в ведении Водоканала скважин и каптажей и 8 тысяч кубометров в сутки — покупная вода (от ОАО «ЛОКС») [3].

Воды с высоким содержанием радона, вероятно, мигрируют в Красносельский водозабор со стороны поселка Можайского, где подземные воды насыщаются радоном из эманлирующих диктионемовых сланцев [2]. В районе Красносельского водозабора происходит смешивание двух потоков подземных вод с правого и левого берега Дудергофского озера. Следовательно, в целях улучшения качества воды необходимо уменьшить поступление вод с правого берега озера.

Выводы

По данным химических анализов подземные воды Дудергофских источников, питающихся за счет ордовикского водоносного комплекса, пресные щелочные гидрокарбонатные магниево-кальцевые или кальциево-магниевые. Вода по компонентам общего химического состава и микрокомпонентам, в основном, соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074—01, кроме содержаний некоторых микрокомпонентов, а именно: бария и железа.

Воды Дудергофских источников обладают естественной радиоактивностью (за счет контакта подземных вод с диктионемовыми сланцами), что делает их употребление опасным для здоровья человека. В связи с этим необходимо провести дополнительные исследования на содержание радия в подземных водах Дудергофских источников.

Таблица 2. Содержание микрокомпонентов (мг/л) в источниках пос. Можайский

дата	26 сентября 2004 г						22 ноября 2005 г.				Осень 2003	Ордовикский ВК данные из отчета «Разработка...» [2]			
№ пробы	1	2	3	4	5	6	2	3	5	водопроводная вода в школе, г. Красное Село	среднее значение	медиана	тах	количество значимых определений	
Ag	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	0,003	0,0046	0,00013	<	0,0085	0,0056	0,0592	29	
Al	0,043	0,028	0,023	0,043	0,063	0,042	0,049	0,18	0,29	0,071					
As	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,00024	0,00093	0,0028	<					
B	0,037	0,053	0,02	0,022	0,0087	0,039	0,069	0,032	0,019	0,035	0,117	0,025	1,302	48	
Ba	0,23	0,24	0,24	0,26	0,63	0,26	0,39	0,37	0,13	0,23	0,427	0,101	4,5	48	
Be	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<	0,00009	<0,0001	0,00054	10	
Cd	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,00006	0,00073	0,00087	<					
Co	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00035	0,00041	0,00019	<					
Cr	0,0015	0,002	<0,001	0,0012	0,0012	0,0017	0,0026	0,0042	0,0079	0,01					
Cu	0,0034	0,0046	0,0042	0,0031	0,0025	0,0026	0,005	0,019	0,012	0,01	0,0022	0,0014	0,0162	28	
Fe	0,082	0,08	0,093	0,066	0,09	0,49	0,25	0,42	2,2	2,9	0,296	0,027	2,9	39	
Li	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,0089	0,0052	0,0021						
Mn	0,0017	<0,001	<0,005	0,0013	0,0056	0,0017	0,0075	0,025	0,066	0,011	0,016	0,0014	0,16	28	
Mo	<0,001	0,0013	<0,001	<0,001	0,0019	<0,001	0,001	0,00053	0,003	0,0045	0,0008	<0,001	0,0083	4	
Ni	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0018	<0,001	0,0022	0,0048	0,016	0,0034	0,0009	<0,001	0,004	13	
Pb	0,0027	<0,001	0,0025	0,0015	0,002	0,003	0,022	0,016	0,084	<	0,0017	0,0017	0,0046	36	
Rb	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,0028	0,0023	0,0015						
S	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	20	20	12						
Sb	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,00011	0,00037	0,00029		0,000008	<0,00001	0,000075		
Se	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<					
Si	1,9	2,2	2	2	1,6	1,9	2,5	2,6	2,6	1					
Sn	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<					
Sr	0,092	0,14	0,083	0,069	0,062	0,13	0,15	0,2	0,08	0,095	0,177	0,083	0,736	48	
Th	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	<0,0001	<0,0001	<0,0001						
Ti	0,0015	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,0037	0,0076	<					
Tl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005						
U	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,012	0,0058	0,005						
V	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00028	0,0008	0,0012	<					
Zn	0,007	0,022	0,0085	0,0056	0,01	0,0064	2,3	4,6	7,2	0,036	0,0079	0,004	0,086	45	

н.о. — компонент не определялся; выделенная ячейка — превышения ПДК (согласно СанПиН 2.1.4.1074—01)

н.о.— компонент не определялся; выделенная ячейка — превышения ПДК (согласно СанПиН 2.1.4.1074—01)

Автор благодарит Сергея Жданова, при непосредственном участии которого проводились аналитические работы и опробование Дудергофских источников.

Литература

1. Труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина, т. XI, 2006.
2. Отчет по теме договора № 1106/2003 «Разработка мероприятий по охране подземных вод от загрязнения на Варваросинском, Гостилицком, Вильповицком и Красносельском участках Ижорского месторождения подземных вод», СПб, 2005 г. Отв.исполнитель — А. Н. Воронов.
3. <http://www.vodokanal.spb.ru/> Официальный сайт ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», дата обращения 1.09.2013.

ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ Г. ПЕТРОЗАВОДСКА

Крутских Н. В.

Институт геологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, РФ

Одним из популярных и часто используемых математических методов при обработке геохимических данных является факторный анализ, который также нашел применение и при геоэкологических исследованиях. Факторный анализ позволяет определить влияние отдельных составляющих факторов, отвечающих за наличие линейных статистических связей между наблюдаемыми переменными, а также сократить число переменных необходимых для описания данных путем отбора нескольких наиболее информативных компонент. Исходными данными для факторного анализа, проводимого в рамках геоэкологических исследований г. Петрозаводска, является матрица результатов химического анализа (ICP-MS) верхнего горизонта почв города по 174 точкам опробования. Почвы являются важным элементом геоэкосистемы города, подвергающимся основной техногенной нагрузке. Особенностью почв является способность к длительному накоплению загрязнения и достаточно медленному процессу самоочищения

Л. Н. Гинзбург, И. А. Токавищев в работе по геохимическому районированию и оценке экологического состояния Европы в качестве наиболее информативных представили элементы, охватывающие главные геохимические классы — халькофильный, сидерофильный, литофильный, а также различные классы экологической опасности. Опираясь на эти данные, при геоэкологических исследованиях в исходную выборку включены следующие элементы: As, Ba, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Tl, U, W, V, Zn. Данные химического анализа для приближения к нормальному зако-

ну распределения были прологарифмированы. Факторный анализ проведен методом главных компонент, представляющих собой собственные векторы ковариационных матриц исходных признаков. Для повышения контрастности выполнено варимаксное вращение, направленное на максимизацию дисперсии факторных нагрузок. По данным факторного анализа выявлено 4 фактора, суммарный вклад которых составляет 75,2% от общей дисперсии исходных данных.

Фактор 1 представлен группой преимущественно литофильных элементов — Sr (0,82), Cs (0,81), Ba (0,82), Cd (0,59), Cr (0,51), Tl (0,49), U (0,47), Co (0,46), его факторная нагрузка составляет 44,4%. Положительные нагрузки данного фактора проявляются в центральной части города с максимальными значениями в районе Сулажгоры и в районе ограниченным ул. Университетская — ш.Суоярвское. Минимальные области приурочены к северо-восточной части города, а также прослеживаются на юго-востоке (район Сайнаволок). Этот фактор хорошо коррелируется с геологическим строением территории и отражает состав почвообразующих пород.

Для фактора 2 характерны значительные положительные нагрузки на группу халькофильных элементов: Sb (0,86), Pb (0,86), Sn (0,83), Zn (0,69), Cu (0,48). На этот фактор приходится 14,0% суммарной дисперсии. Положительные значения фактора приурочены к центральной селитебной части города, что в значительной мере связывается с техногенной природой данного фактора. Примечательно, что в пределах «спального» микрорайона Древлянка, являющегося более «молодым», данный фактор характеризуется низкими значениями. Это может объясняться меньшим временем воздействия и соответственно меньшим периодом накопления вредных веществ.

Нагрузка фактора 3 составляет 9,0%, который объединяет такие элементы как Mo (0,87), Ni (0,87), Cr (0,74). Области с максимальными значениями этого фактора приурочены к трансаккумулятивным ландшафтам и развиты в районе пр.Октябрьского-пр. Первомайского, береговой линии в северной части города, а также центральной части города (районы Голиковка, Зарека. Минимальные значения тяготеют к трансэлювиальным ландшафтам и фиксируются в микрорайонах Куковка, Древлянка. Таким образом, данный фактор в значительной мере можно связать как с водной миграцией элементов, так и с составом коренных пород.

Фактор 4 выделяет следующие элементы: V (0,81), Co (0,77), Cu (0,59), Cd (0,55) Tl (—0,43), его доля в общей дисперсии составляет 7,85%. Максимальные значения фактора выявлены в районе северной промзоны, в пределах ул. Чапаева, ул. Правды-Калинина-Лыжная, минимальные — локальные зоны в устье р. Неглинки, Сайнаволок, ул. Университетская.

Визуальное сравнение пространственных данных по заболеваемости детей (общей и простудной) по детским садам города с картами факторных

нагрузок выявило некоторое сходство с распределением фактора 2, отражающего техногенное воздействие на накопление элементов в почвах. С другими факторами такая связь не выражена.

Таким образом, проведенный факторный анализ позволил выявить основные факторы, оказывающие влияние на распределение элементов в почвах города, пространственно определить территории максимального и минимального техногенного воздействия, а также в некоторой мере отразить эколого-геохимическую функцию приповерхностной части литосферы города

ОКСРЕДМЕТРИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ

Кудрявцева В. А., Шигаева Т. Д.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической
безопасности Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, Россия

The characteristics, advantages and disadvantages of redox measurements in the study of bottom sediments are considered. Proposed redox mediator increases reliability and validity of results of definition of redox potential.

Окислительно-восстановительное состояние донных отложений водных сред является одной из важнейших характеристик при решении геохимических и экологических проблем. Однако при инструментальном определении окислительно-восстановительного потенциала (Eh) возникают сложности интерпретации результатов, связанные с плохой воспроизводимостью показаний электродов и длительностью измерений, что обусловлено, в первую очередь, гетерогенностью потенциалопределяющей окислительно-восстановительной системы, отсутствием равновесия между твердой и жидкой фазами, низкими концентрациями электрохимически активных редокс-компонентов. Одним из путей преодоления методических сложностей является добавление в анализируемую пробу компонентов другой системы (редокс-медиатора), что может оказать благоприятный эффект в плохо обратимых окислительно-восстановительных системах. Эффективность такого подхода известна, но на практике используется редко, т.к. выбор редокс-систем, способных выполнять роль медиатора, имеет свои ограничения и часто требует дополнительных исследований.

Окислительно-восстановительная система на основе комплексов $\text{Fe}^{3+,2+}$ с этилендиаминтетрауксусной кислотой может быть использована как медиатор, т.к. она обладает высокой скоростью электронного обмена между окисленной и восстановленной формами, устойчива к воздействию кислоты, электрохимические свойства не зависят от кислотности среды в об-

ласти pH 5—7, значения её потенциала дают возможность исследования донных осадков с Eh от +100 до —300 мВ.

Модельными объектами для проверки эффективности редокс-медиатора служили океанические осадки (серо-зеленые алекриты) центральной части Тихого Океана. Исследования проводили с использованием герметичных электрохимических ячеек, в которые помещали до 50 см³ проб осадков. В качестве основного электрода использовались платиновые игольчатые электроды диаметром 0,5 мм, электродом сравнения служил хлорсеребряный электрод в насыщенном растворе хлористого калия, регистрация сигнала осуществлялась цифровым иономером-милливольтметром И-130.

Прямым измерениям потенциала предшествовали измерения окислительной емкости осадков по отношению к системе Fe (CN)³⁻⁴⁻, которая является мерой содержания в осадке веществ, обладающих окислительно-восстановительными свойствами. Определенная окислительно-восстановительная буферность позволяет правильно выбрать концентрацию медиатора.

В процессе прямых измерений Eh наблюдался медленный дрейф потенциалов электродов. Стационарные значения потенциалов устанавливались в течение 20 часов измерений, при этом разброс показаний платиновых электродов составлял 40—50 мВ. Введение медиатора в пробы осадков приводило к установлению стационарных значений потенциалов в течение часа, причем разброс величин стационарных потенциалов платиновых электродов не превышал 5 мВ, значения Eh достигали величины —160 мВ.

Достоверность результатов, полученных при введении медиатора, подтвердили исследования, проведенные при различных соотношениях окисленной и восстановленной форм медиатора.

Таким образом, введение медиатора в пробы осадков позволило сократить время установления стационарного потенциала, повысить надежность и достоверность определений окислительно-восстановительного потенциала донных осадков.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ МОНЧЕГОРСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Лацук В. В., Кременецкая И. П., Дрогобужская С. В., Кубачина Э. Е.

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья
им. И. В. Тананаева Кольского научного центра РАН, Апатиты, Россия

Мурманская область — урбанизированный регион России, обладающий развитым горнопромышленным комплексом. На территории Кольского

региона по геологическому строению и геохимическим характеристикам выделяется Печенга-Имандра-Варзугский протерозойский рифтогенный «цветной пояс», включающий медно-никелевые месторождения Печенги и Мончи [1]. Почвы, прилегающие к этим месторождениям, загрязнены никель-медь-кобальтовой ассоциацией тяжелых металлов (ТМ). Известно, что 63 % загрязняющих веществ области поступают от предприятий цветной металлургии в виде диоксида серы, затрагивают окружающую среду поселка Никеля, городов Заполярного, Мончегорска [2]. Здесь образовались техногенные пустоши (ТП) с «сернокислотным ландшафтом», для которого характерна деградация почвенного покрова и загрязнение гидросферы ТМ.

Настоящая работа посвящена мониторингу гидросистемы Мончегорской техногенной пустоши (МТП). В геоморфологическом плане МТП и связанная с ней геохимическая аномалия ТМ локализованы в котловине, центром которой является озеро Нюдъявр. Эта впадина представляет собой открытый с северной стороны амфитеатр, закрытый с запада от преобладающих атлантических ветров грядой гор Травянная — Кумужья — Ниттис, с востока ограничивается грядой гор Монча — Нюд, а с юга — горой Сопча и юго-восточным отрогом хребта Мончетундра. У подножья северного склона горы Сопча располагается промышленная площадка ОАО «Кольская ГМК», а в противоположной открытой стороне котловины — город Мончегорск.

Цель исследований — установить закономерности распределения ТМ в различных типах водоемов в зависимости от удаленности от источников загрязнения и геоморфологических характеристик. Для достижения поставленной цели на территории котловины в 2009—2010 годах было отобрано 32 гидрохимические пробы. Единичная проба охарактеризована следующими группами показателей: физико-химическими (рН, кислотность), гидрологическими характеристиками водоемов (проточность, контакт с локальным источником загрязнения и размер) и содержаниями ТМ (Ni, Cu, Co, Fe, Al, Zn). В настоящей работе степень токсичности ТМ водоема оценивается, как отношение среднего содержания металла (Me_{cp}) к предельно допустимой норме его концентрации в водоемах рыбохозяйственного назначения ($ПДК_{вр}$). Генеральная выборка многокомпонентной системы анализировалась при помощи пакета прикладных программ «Тьетта» [3].

Проведенные исследования показали, что в водных объектах концентрации ТМ распределяются в следующей последовательности от максимальных до минимальных средних значений (мкг/л): Ni (329) > Fe (210) > Cu (93) > Al (56) > Co (16) > Zn (12), а по степени «токсичности» ($Me_{cp} / ПДК_{вр}$) — Cu (93.0) > Ni (32.9) > Fe (2.1) > Co (1.6) > Al (1.4) > Zn (1.2). То есть, средние значения содержания ТМ в водных объектах в 1.2—2.1 раза превышают $ПДК_{вр}$. Исключение составляют Ni и Cu, которые формируют общий фон

загрязнения воды ТМ, а их концентрации на порядок превышают ПДК_{вр}.

В изучаемой многопараметрической системе корреляционным анализом установлены прямые функциональные ($r > 0.75$) взаимосвязи алюминия с Cu, Ni, Co и полярно направленные взаимосвязи ($r > -0.75$) его с pH. По силе взаимосвязи между параметрами, оцениваемой методом наименьших квадратов, выделены следующие группы: группа «цветных металлов» (Ni-Cu-Al), группа «ожелезнения» (Fe-N), группа «гидрологическая» (проточность-контакт-размер). В системе слабо выражен параметр Zn, который хорошо взаимосвязан с параметром проточности водоема, удовлетворительно с параметром pH и слабо взаимосвязан с параметром содержания Ni.

Анализом корреляционной матрицы при помощи фа МГК (R-модификация) выявлены 3 фактора, признаковые структуры которых имеют следующий вид:

1ф (39)	0.90 Ni 0.89 Al 0.83 Cu —0.83 pH 0.73 Co	0.59 прот	0.53 Zn	0.49 конт
2ф (15)	–0.67 N	0.63 прот	0.50 Zn	
3ф (12)	–0.80 Fe –0.62 разм			

По вкладу в дисперсию системы, по максимальным значениям нагрузок, первый (главный) фактор условно можно назвать «цветнометальным», второй (характерный) — фактором «кислотности» и третий (локальный) — фактором «ожелезнения». Общими параметрами для первых двух факторов являются проточность и содержание цинка. При помощи 1ф и 2ф хорошо описывается изученная система, так как включает более 50% вклада этих факторов в общую дисперсию.

При помощи фа МГК (Q-модификация МГК), по степени загрязнённости ТМ выделены четыре группы водных объектов. Те же группы выявлены методом биотестирования.

Практически не загрязнёнными и слабо загрязнёнными являются родники и река Монча. Они отличаются минимальными содержаниями ТМ и, за исключением содержания меди, удовлетворяют нормативным требованиям по ПДК.

Мало загрязнены водные объекты восточного склона горы Ниттис, системы рек Кумужья и Травяная. Иногда отмечается аномально высокое содержание цинка и высокая изменчивость содержания кобальта, что можно объяснить влиянием рудоотвалов законсервированных шахт.

Загрязнёнными являются водоёмы заболоченных территорий, для которых характерно понижение показателя pH и резкое увеличение содержания никеля и меди.

Весьма загрязнены бесточные водные объекты, контактирующие с мощными слоями торфа. В них отмечаются ураганные концентрации Ni и Cu порядка 1—3 мг/л.

Таким образом, установлены геохимические закономерности загрязнения водоемов, расположенных в пределах МТП. Гидрологические объекты классифицированы по степени загрязненности тяжелыми металлами. Составлена карта загрязнения ТМ гидрологической системы Мончегорской котловины. Полученные результаты исследований используются Экологическим отделом ОАО «Кольская ГМК» в практической работе по реабилитации водоемов и почв местности, прилегающей к производственной площадке ОАО «Кольская ГМК» и городу Мончегорску.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология рудных районов Мурманской области / Пожиленко В. И., Гавриленко Б. В., Жиров Д. В., Жабин С. В. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002. 359 с.
2. Экологический атлас Мурманской области / Ред. Вишняков И. А. и др. Москва-Апатиты, 1999. 48 с.
3. Лащук В. В., Усачёва Т. Т., Мартынов Е. В. Влияние минерального состава, структуры и физико-механических свойств гранитов на их обрабатываемость алмазно-дисковым инструментом // Труды ФНС–3. Апатиты, изд. «K&M», 2006. С. 76—79.

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ КОЛЬСКОГО КАМНЯ В ПАМЯТНИКАХ И ЗДАНИЯХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Лащук В. В., Усачева Т. Т.

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Кольского научного центра РАН, Апатиты, Россия

Monitoring of the state of stone veneer after 30—40 years of service in buildings and structures of the Murmansk region has been carried out to establish the peculiarities of gabbroid, granite and marble behaviour in the Kola North. It has been found that, in durability, the facing stones can be arranged in the following decreasing sequence: Ena gabbrogranites and Pilguyarvi gabbroids > Kuzrechensky granites > Koelginsky and Ufaleisky (South Urals) marbles. Recommendations for the use of Kola stone in external decoration of buildings and utilities are provided.

Мурманская область — это промышленный регион Северо-Западного округа России. Промышленное освоение Кольского Заполярья обусловлено наличием незамерзающих морских портов, биологических, гидроэнергетических

и минеральных ресурсов, в том числе природного камня. В советский период, в 20—40-х годах прошлого века и особенно в послевоенное время имело место интенсивное промышленное освоение Кольского полуострова и урбанизация его территории. Большая часть городов располагается вблизи крупных горнодобывающих и металлургических предприятий, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха и воды агрессивными агентами [1, 2].

За последние 40 лет в Мурманской области, при непосредственном участии сотрудников Отдела технологии строительных материалов Института химии, была создана стройиндустрия облицовочного камня, включающая 6 камнедобывающих и 5 камнеобрабатывающих предприятий. Ими произведено более 60 тыс. м³ товарных блоков облицовочного сырья и выпущено около 1 млн. м² облицовочных плит [8]. К сожалению, в настоящее время функционируют только один промышленный карьер и три камнеобрабатывающих предприятия. Сейчас облицовочный камень стал более доступным строительным материалом в связи с резким сокращением строительства. Наблюдается применение этого высокодекоративного, долговечного и дорогого строительного материала для благоустройства и отделки зданий предприятий малого и среднего бизнеса.

Натурные исследования состояния каменных облицовок занимают важное место в комплексном методе оценки долговечности облицовочного камня [4—6]. Результаты натурных наблюдений позволяют устанавливать для конкретного вида камня минералого-петрографические особенности, отрицательно влияющие на долговечность облицовки, и вносить коррективы по его рациональному использованию в зданиях и сооружениях. 300-летний опыт использования камня в памятниках архитектуры и культуры Санкт-Петербурга показал, что прочные карельские камни — долговечные строительные материалы. Разрушения затронули преимущественно низко прочные известняки (например, путиловский камень), меньше — среднепрочные известковые песчаники и мраморы [3].

Эталонами долговечности служат известные виды карельского облицовочного камня: белогорский мрамор, германовский гранит, роппучейский габбродиабаз и шокшинский кварцит. Они близки к кольскому камню по генетическим особенностям.

Первые натурные исследования каменных облицовок в зданиях Мурманской области проводились в 80-х годах прошлого века [6, 7]. В то время камень редко использовался для изготовления мемориальных памятников и ещё реже — для производства облицовочных плит и отделки зданий.

На основании мониторинга каменных облицовок в зданиях и сооружениях городов Мурманской области установлены особенности поведения различных групп облицовочного камня в климатических условиях Кольского Заполярья.

Габброиды обладают высокими эксплуатационными свойствами. Выветривание облицовок в обследованных объектах практически отсутствует. Однако при нарушении цельности полированной поверхности плит, при содержании сульфидов в горной породе более 2 об.%, отмечается их химическое выветривание с образованием рыхлых бурых выделений гидроксидов железа. Это характерно для вскрышных пород (пироксениты, перидотиты, реже габбро) медно-никелевых месторождений Печенгского рудного поля.

Гранитоиды весьма долговечны. Исключение составляют крупнозернистые, порфировидные гранодиориты сормозерские и граниты кузреченские. Эти виды облицовочного камня обладают низкой стойкостью к механическим воздействиям.

Мраморы, используемые во внешней облицовке зданий, отличаются невысокой долговечностью. Об этом свидетельствуют образования бурых «ржавых» пятен в цокольной части зданий. Они локализуются в зоне контакта постоянно увлажнённой стены с корродирующей металлической арматурой. Наиболее интенсивное разрушение мраморной облицовки наблюдается в опорных стенках. Плиты для облицовки горизонтальной поверхности, полностью утрачивают блеск и обесцвечиваются. Внешний вид мраморной облицовки обесцвечивается вследствие механического повреждения плит, их отслаивания от стенки и наличия трещин как естественных, так и образованных при механизированной уборке снега в зимнее время. Полученные результаты натурных обследований показали, что в климатических условиях Кольского Заполярья при повышенной влажности и загрязнении атмосферы промышленными выбросами применение мрамора во внешней облицовке зданий нецелесообразно.

Таким образом, по степени долговечности облицовочные камни располагаются в следующей последовательности от наиболее к менее долговечным: ениские габбронориты и пильгуярвинские габброиды > кузреченские граниты > коелгинские и уфалейские (Южный Урал) мраморы.

Рекомендации по применению кольского облицовочного камня для внешней отделки зданий сводятся к следующему:

- 1) мраморы необходимо исключить для внешней облицовки конструкций, подверженных воздействию влаги;
- 2) ограничить применение крупнозернистых кузреченских гранитов для изготовления лестничных маршей и цокольной части зданий;
- 3) ежегодно, в летний период проводить промывку облицовки моющими растворами, а мемориальные доски и памятники желательно на зимний период покрывать воск содержащими водоотталкивающими покрытиями.

Проектным строительным организациям Мурманской области результаты натурных обследований каменных облицовок рекомендуется учитывать при подборе видов камня для конкретных условий их эксплуатации в зданиях и сооружениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад о состоянии окружающей среды Мурманской области в 2001 году / Сост. Аверкиев Д. Б. и др. Мурманск: типография ЗАО «K&M», 2002. 115 с.
2. Экологический атлас Мурманской области / Ред.Вишняков И.А. и др. Москва-Апатиты, 1999. 48с.
3. Экспертиза камня в памятниках архитектуры: основы, методы, примеры / Булах А. Г., Власов Д. Ю., Золотарёв А. А. и др. СПб.: Наука, 2005. 198 с.
4. Лашук В. В. Исследования долговечности облицовочного камня Кольского полуострова // Империя камня, № 2, 2001. С.36—41.
5. Лашук В. В., Пудовкин В. Г., Усачёва Т. Т. Исследования начальных стадий выветривания карельского камня, используемого в памятниках Санкт-Петербурга // Сб. докладов. Материалы I Международного симпозиума «Биокосные взаимодействия: жизнь и камень». СПб., 2002. С. 224—227.
6. Лашук В. В., Усачёва Т. Т. Натурные обследования каменных облицовок в зданиях и сооружениях Мурманской области // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Исследования и разработки в области химии и технологии функциональных материалов». Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2010. С. 217—219 с.
7. Лашук В. В. Долговечность облицовочного камня Кольского полуострова. Апатиты, изд. КНЦ РАН, 1996. 138 с.
8. Жиров Д. В., Лашук В. В. Мурманская область — новый регион России по добыче и обработке облицовочного камня // Материалы Международ. конф.: «Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов». Апатиты, изд. КНЦ РАН, 2003. С.36—38.

ЗАВИСИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КРУПНЫХ МЕГАПОЛИСОВ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ

Одерова А. В.

ФГУП ВИМС, г. Москва

Для Москвы, среди основных источников загрязнения на первом месте в настоящее время стоит автотранспорт, затем различные промышленные предприятия. На долю автотранспорта приходится максимальное загрязнение окисью и двуокисью углерода, соединениями азота, а также почв тяжелыми металлами и особенно свинцом, цинком и кадмием. В совокупности с метрополитеном автомобильный транспорт является источником шумового и вибрационного воздействия. Промышленные предприятия города, теплоэлектростанции выбрасывают в атмосферу Москвы целый набор различных химических соединений — от органи-

ческих веществ, кислот до чрезвычайно опасных, ядовитых металлов — сурьмы и ртути.

В результате профильной деятельности предприятий: а) металлообработка — накапливаются следующие элементы: Cr, Cu, Ni, Co, Mo, Sn, As; б) радиоэлектроника: Ag, Cu, Ni, Co; в) полиграфия: Cr, Zn, Pb, Sn, г) ТЭЦ: все элементы.

В работе проведен сравнительный анализ загрязняющих веществ и некоторых видов заболеваемости населения города Москвы.

Использованные данные представлены в «Государственном докладе (ГД): « О состоянии окружающей природной среды города Москвы в 2002 и 2003 г.г.»« НИА-Природа, РЭФИА Москва–2003,2004 г.г.

Они оказались интересными и представительными для проведения анализа и сопоставления их в ГИС технологиях.

Обработка материала, выполнена на основе данных по загрязнению: почвы, питьевой воды и воздуха. В работе использовались результаты анализов двадцати компонентов загрязнения во всех административных округах (АО) г. Москва.

Показатели загрязнения почв — это количество проб (в слое почвы до 0.2м,%;) с содержанием загрязняющего фактора (ЗФ) в почвах, превышающих ПДК (предельно допустимых концентраций):

для почв — {Pb, Zn, Cu, Cd, As, радиация (Rd), нефтепродукты (Heft), опасные органические соединения (Opasn), органические соединения (Organ)} (9 комп.).

Для питьевой воды рассматривалось два компонента — хлороформ (Xlogof) и санитарно-химические показатели для питьевой воды (Can_xim).

Для воздуха это выбросы ЗВ (тонн в год) от стационарных источников в атмосферу города в 2003 г.

- аммиак (Nh4), фенол (Fenol), вредные загрязняющие вещества (Vzv_v), сумма диоксида азота и оксида азота (NO2_NO), сернистый ангидрид (SO2), формальдегид (Fmdg), бензол (Benzol), толуол (Tll), ксилол (KcIl) (9комп.). Показатели загрязнения воздуха в Зеленограде отсутствуют.

Показатели заболеваемости приводятся к значению на 1000 человек населения по административным округам:

1. Болезни системы кровообращения у взрослого населения;
2. Болезни органов дыхания у взрослого населения;
3. Заболеваемость детей болезнями крови;
4. Заболеваемость детей болезнями органов пищеварения;
5. Болезни органов пищеварения у взрослого населения;
6. Астма у подростков;
7. Первичная заболеваемость детей болезнями эндокринной системы;
8. Врожденные аномалии у детей;

9. Первичная заболеваемость подростков болезнями мочеполовой системы;
10. Первичная заболеваемость подростков болезнями костно-мышечной системы;

11. Общая заболеваемость по обращаемости детского населения.

Все данные внесены в таблицы и обработаны с помощью ГИС технологий: в программе ArcGis. Что позволило построить карты — схемы по административным округам для двадцати показателей загрязнения и сопоставить с 11 показателями заболеваемости жителей г. Москва.

В результате анализа полученных и обработанных данных бала создана « Сводная таблица нормализованных значений заболеваемости и распределения загрязняющих веществ по территории Москвы». Наиболее показательными являются значения выделенные цветом, для которых совпадение составляет более 70 % (Табл. 1).

Выводы корреляции:

1. Врожденные аномалии у детей и: хлороформ, аммиак, вредные загрязняющие вещества, NO₂_NO, SO₂, толуол, формальдегид;

2. Астма у подростков и: радиация, нефтепродукты, опасные органические соединения, хлороформ (вода);

3.Болезни кровеносной системы у взрослых и: Pb, Zn, Cu, Cd, As, Can_xim, аммиак;

4. Болезни кровеносной системы у детей и: Pb, Zn, Cu, нефтепродукты, опасные органические соединения, органические соединения, хлороформ (вода), Can_xim, аммиак, вредные загрязняющие вещества, ксилол;

5. Болезни пищеварения у детей и: опасные органические соединения, хлороформ (вода), Can_xim, аммиак, вредные загрязняющие вещества, толуол;

6. Болезни пищеварения у взрослых и: Pb, Cu, нефтепродукты, Can_xim, аммиак, бензол, ксилол;

7. Болезни мочеполовой системы у подростков и: Pb, Cu, Cd, As, нефтепродукты, опасные органические соединения, хлороформ (вода), Can_xim, аммиак, фенол, бензол, ксилол, толуол;

8. Болезни костно-мышечной системы у подростков и: Pb, Zn, Cu, Cd, As, Rd, нефтепродукты, опасные органические соединения, органические соединения, хлороформ (вода), Can_xim, фенол, ксилол, толуол;

9. Болезни эндокринной системы у детей и: Zn, органические соединения, хлороформ (вода), вредные загрязняющие вещества, фенол, формальдегид, толуол;

10. Болезни дыхательной системы у взрослых и: органические соединения, аммиак, вредные загрязняющие вещества, бензол, толуол;

11. Показатели общих заболеваний детского населения и: Pb, опасные органические соединения, хлороформ (вода), аммиак, вредные загрязняющие вещества, формальдегид, толуол.

Таблица 1. Нормализованные значения заболеваемости и распределения загрязняющих веществ по территории Москвы (%)

Болезни	почвы								вода		воздух									
	Pb	Zn	Cu	Cd	As	Rd	Heft	Opasn	Organ	Xlorof	Can_xim	Nh4	Vzv_v	Fenol	N02_N0	S02	Fmdg	Benzol	Til	Kell
Аномалии у детей (5)	66	60	62	62	58	60	58	68	62	74	60	69	80	71	80	73	71	67	73	67
	62	64	62	62	62	72	70	80	62	82	68	67	60	64	60	58	56	60	64	69
Кровообращение у взрослых (5)	84	74	76	80	76	62	68	66	64	68	70	73	67	67	62	56	67	53	64	67
Кровообращение у детей (5)	76	74	76	68	68	74	76	78	76	84	70	73	76	67	67	64	67	62	73	76
Пищеварение у детей (5)	66	64	74	66	62	72	66	76	66	82	72	76	78	69	69	67	68	69	76	78
Пищеварение у взрослых (5)	76	66	72	64	64	62	76	62	72	60	74	71	69	64	64	58	64	73	67	73
Мочеполовая система у подростков (5)	72	74	84	84	72	70	76	82	68	80	78	78	71	80	67	64	80	76	82	84
Костно-мышечная система у подростков (5)	76	90	84	84	80	74	92	74	88	72	74	69	67	71	67	69	67	71	73	80
Эндокринная с.у детей (5)	68	70	68	68	64	70	74	74	72	84	70	69	71	76	71	69	71	71	78	80
Дыхательная система у взрослых (5)	64	56	64	64	60	62	72	66	72	64	64	67	78	64	73	67	60	78	71	73
Общие заболевания у подростков (5)	72	70	72	72	68	78	68	78	68	84	66	78	89	76	76	69	71	71	78	76

Хотя механизмы влияния окружающей среды на здоровье во многих случаях неизвестны. Реакции организма на загрязнения зависят от индивидуальных особенностей: возраста, пола, состояния здоровья. Как правило, более уязвимы дети, пожилые и престарелые, больные люди.

Статистическая зависимость не означает прямой причинно-следственной взаимосвязи, однако те параметры, для которых такая зависимость выявлена, требуют более детального изучения этого вопроса со стороны экологов и врачей.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА г. БЛАГОВЕЩЕНСКА

Павлова Л. М., Радомская В. И., Юсупов Д. В., Куимова Н. Г.*

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск, Россия

*Амурский государственный университет, Благовещенск, Россия

The features of atmosphere technogenic pollution in effect as of snow cover of Blagoveshchensk are studied.

Состояние атмосферного воздуха городов обусловлено, в первую очередь, производственной деятельностью человека, а также совокупностью метео- и геоморфологических факторов. В малопромышленных городах автотранспорт и предприятия тепловой энергетики рассматриваются в качестве приоритетных источников выбросов в атмосферу окислов азота, углерода, серы, углеводородов, мелкодисперсных аэрозолей, тяжёлых металлов и токсичных полуметаллов, количественную меру поступления которых можно определить при анализе снегового покрова. Состояние снегового покрова позволяет оценить качество окружающей человека среды не только в зимний период, но и смоделировать дальнейшую трансформацию поступающих элементов в составные части биосферы с экстраполяцией возможного негативного воздействия на здоровье людей. По последним данным [1] загрязнение воздуха атмосферы является причиной смерти более двух миллионов человек ежегодно.

Дальневосточные города в большей мере считаются малопромышленными городами из-за незначительного количества промышленных предприятий, их малой мощности, вкрапленной структуры размещения на урбанизированных территориях, тем не менее, зачастую входят в первую десятку самых загрязнённых городов [2]. Поэтому целью выполненных исследований было изучение химического состояния снежного покрова г. Благовещенска и особенностей формирования ореолов техногенного загрязнения

ства. Констатируется расширение ореолов пылевой нагрузки (рис.1), с превышением фоновых значений в 3—4 раза по сравнению с обследованием 2010 г., проведённым [5], что, вероятно, связано с расширением площадей застройки. Анализ данных по содержанию тяжёлых металлов, токсичных и радиоактивных элементов в снеговом покрове показал превышение над фоновыми значениями от 2 до 400 раз (табл. 1). В зоне действия выбросов ТЭЦ, влияние которых простирается на десятки километров, котельных, отопительных систем частного сектора установлены ореолы превышения над фоном таких элементов, как Hg, Pb, U, Sb, As, Cd, Cu, Zn, Mo.

Вблизи промышленных предприятий (судостроительный завод, завод «Амурский металлист» и др.) обнаружено превышение коэффициентов концентраций по W, Cr, V.

Коэффициенты превышения ПДК для поверхностных вод, рассчитанные только для водной фазы снега, свидетельствуют о незначительном содержании растворимых форм исследованных элементов (0.005—0.18), тогда как эти коэффициенты, рассчитанные для суммы концентраций в водной и в твёрдой фазах снега, показали превышения ПДК на 1—2 порядка, что, на наш взгляд, является не вполне корректным из-за соотнесения к ПДК для поверхностных вод.

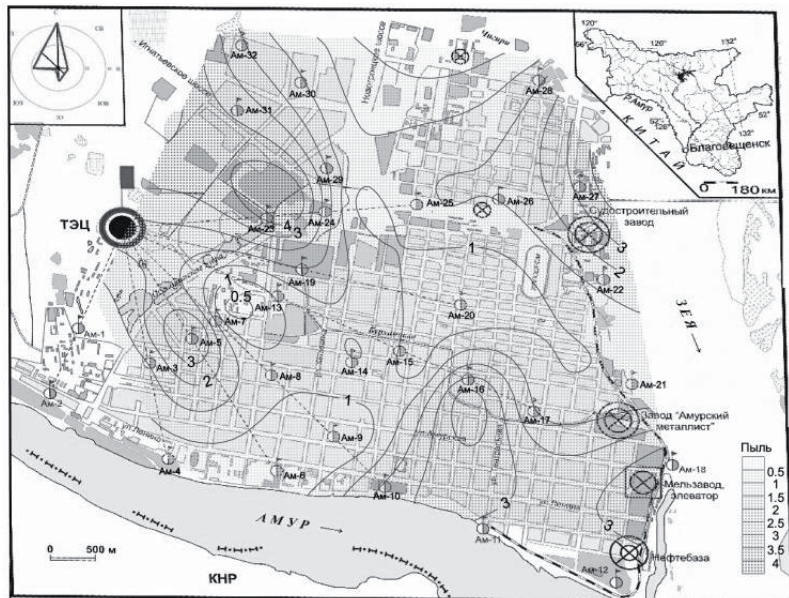


Рис. 1. Карта точек опробования снегового покрова и ореолов пылевой нагрузки (территория г. Благовещенска, 2012 г.)

Таким образом, химический анализ снежного покрова позволяет оценить относительную загрязнённость городского воздуха, а также характер источников выбросов и зоны их влияния.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Drew T Shindell, William J Collins, Stig Dalsoren et all.* Global premature mortality due to anthropogenic outdoor air pollution and the contribution of past climate change// *Environ. Res. Lett.* 2013. № 8. режим доступа: // <http://iopscience.iop.org/>
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году». М.: АНО «Центр международных проектов». 2006. 500 с.
3. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населённых пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. М.: ИМГРЭ. 1990.
4. *Балинова В. С.* Статистика в вопросах и ответах. М.: ТК. Велби, Изд-во Проспект. 2004. 344 с.
5. *Куимова Н. Г., Сергеева А. Г., Шумилова Л. П., Павлова Л. М., Борисова И. Г.* Эколого-геохимическая оценка азротехногенного загрязнения урбанизированной территории по состоянию снежного покрова // *Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокринология.* 2012. № 5. с. 422—435.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ ГРАНИТА В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

**Панова Е. Г.¹, Власов Д. Ю.¹, Луодес Х.², Аламниева Е. В.³, Власов А. Д.³,
Зеленская М. С.¹, Ольховая Е. А.¹, Попова Т. А.³**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

² Геологическая служба Финляндии, Куопио, Финляндия

³ Педагогический университет им.Герцена, Санкт-Петербург, Россия

Questions of physical, chemical and biological weathering of granites in St.— Petersburg, Vyborg, Helsinki and Kuopio are considered. The close interrelation of mechanical destruction with chemical and biological airing is established. It is considered the chemical process of destruction depending on type of granites, time of construction and intensity of technogenic loading.

Камень во все времена являлся важным строительным материалом. Не удивительно, что древние поселения и города возникали в районах развития подходящего для строительства материала. Крупные города С-З России (Петербург, Выборг, Приозерск, Приморск) и Финляндии (Хельсинки, Лаппеенранта, Котка, Хамина, Куопио) одеты камнем, что позволило сохранить и донести историю до наших дней.

Широкое использование природного камня в строительстве Петербурга создало его величественный, державный облик. Гранит по праву считается одним из каменных символом нашего города. Действительно, в XVIII в. Петропавловская крепость, набережные р.Нева были одеты «диким морским гранитом» (гранитом рапакиви), появились изогнутые гранитные мостики и мосты через Неву и каналы, лестничные спуски и пандусы для спуска к воде. Гранитом рапакиви облицованы основания многих дворцов и домов. Огромные монолиты гранитов использованы в качестве пьедесталов памятников; наш город украшает Александровская колонна, прекрасны колоннады Исаакиевского и Казанского соборов. Гранит выламывали на островах в Финском заливе, в каменоломнях района Питерлахти и Монрепо. Позже начали активно использоваться граниты района Сортавалы и Карельского перешейка (районы Кузнечное и Каменногорск).

В архитектурном убранстве Хельсинки также использованы граниты рапакиви, гранито-гнейсы и другие граниты. Гранитом одета крепость Суоменлинна — самая крупная крепость Финляндии, которая была построена 250 лет назад. В Хельсинки много интересных памятников архитектуры, ансамблей, соборов и церквей, которые во многом напоминают архитектуру старого Петербурга.

Гранит — прочный камень. Недаром говорят: «Крепок, как гранит». Но и он разрушается под действием времени, болеет, покрывается мхами и лишайниками.

Разрушение природного камня в результате процесса выветривания является глобальным процессом. Под действием воды, ветра, из-за перепада температур разрушаются механические связи между частицами камня. Пороодообразующие минералы такие как, слюды, пироксены, амфиболы и полевые шпаты превращаются в глинистые минералы и вымываются из породы. Вредное химическое воздействие оказывают газы и вещества, находящиеся в воздухе и воде. При растворении углекислого газа воздуха в дождевой воде образуется угольная кислота, которая начинает кислотное выщелачивание. За счет кислорода воздуха происходит окисление и переход химических элементов в закисные формы. Не удивительно, что, разрушение камня в городской среде протекает значительно быстрее, чем в естественных условиях и обусловлено комплексным воздействием физических, химических и биологических факторов, которые тесно взаимосвязаны.

Анализ механизмов разрушения природного камня требует комплексного подхода, предполагающего использование широкого арсенала современных аналитических методов и применения профессиональных усилий специалистов различных направлений. Знание факторов и понимание механизма процессов разрушения камня позволит создать методическую основу

выбора камня для строительства и разработать методы очистки и консервации камня в условиях нарастающего техногенеза для сохранения каменного наследия.

Выбор объектов исследования определялся различными структурно-текстурными особенностями гранита, временем постройки сооружений, степенью техногенной нагрузки на камень. Были опробованы граниты рапакиви г. Выборга (постройки XIV в.), Петербурга (Петропавловская крепость, набережные исторического центра, середина XVIII в.) и набережные, облицованные кузнечненским гранитом в советский период. В пробы попадали вывалившиеся фрагменты камня. В Хельсинки и Куопио опробовались постройки различных исторических периодов методом выбуривания керна диаметром 2 см и длиной 10 см с последующим «залечиванием» отверстий. Из отобранных образцов выпиливались «корка», слабо выветрелый и неизменный гранит. В местах опробования фиксировались типы разрушений, которые были классифицированы следующим образом: отшелушивание и отслаивание камня; огрубление поверхности; выбоины и сколы; трещины и деформации; развитие грибов, водорослей, лишайников, мхов; наличие помета птиц; атмосферные грязевые отложения.

Петрографические исследования срезов, приготовленных перпендикулярно выветрелой поверхности, позволили установить характер появления и развития микротрещин и выявить особенности выветривания отдельных минералов (кварца, калиевого полевого шпата, плагиоклаза, биотита, амфибола).

Сканирующая электронная микроскопия позволила установить микро-неоднородности и микроструктуры распада минералов, что сказывается на увеличении влагоемкости камня и интенсивности разрушения породы.

В составе акцессорных минералов выявлены торит, циркон, бастнезит, алланит, браннерит, которые содержат торий и уран и способствуют разрушению гранита за счет радиоактивного распада этих элементов. В целом граниты рапакиви выделяются среди других разновидностей гранитов повышенным радиоактивным фоном (30—40 мкР/ч).

Физическое выветривание сопровождается химическим разрушением породы. Для оценки интенсивности выветривания гранита были рассчитаны индексы химического выветривания: индекс выветривания W (Предовский, 1970), химический индекс выветривания CIW (Harnois, 1988), индекс изменения состава ICV (Cox et al., 1995). По их величинам интенсивность выветривания гранитов в Петербурге значительно выше, чем в Выборге. Кузнечненский гранит менее устойчив в условиях городской среды, чем гранит рапакиви.

По результатам ИСП МС анализа рассчитан привнос-вынос химических элементов, построены спайдер-диаграммы и диаграммы распределения

редкоземельных элементов. Корка обеднена большинством химических элементов по сравнению с неизменным гранитом в 1,5—3 раза. Накопление в корке характерно для Sb, As, Pb, Cu, S, что можно объяснить влиянием городской среды.

Биологическое разрушение камня наблюдалось повсеместно. Исследования показали, что развитию биокolonий предшествует повреждение камня за счет абиотических факторов, которые подготавливают его поверхность для последующей биологической колонизации. Прежде всего, это связано с изменением структуры поверхности и появлением трещин, каверн, неоднородностей поверхности, где могут аккумулироваться и развиваться микроорганизмы. В результате ветровой эрозии пыль, а также семена низших растений — мхов и лишайников попадают в поры и трещины камня, оказывая биодеструктивное воздействие на него. Под электронным микроскопом хорошо видны бактериальные колонии, развивающиеся в порах и микронеднородностях кварца (по трещинам), полевого шпата (по спайности) и биотита (между пластинами).

Результаты исследования процессов повреждения камня в городской среде являются основой для создания научно-обоснованной системы мер, направленных на защиту каменных сооружений от разрушения, что позволит сохранить историю, запечатлённую в камне для будущих поколений.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Европейского Союза, правительств России и Финляндии (проект SE424).

ПЫЛЬ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Панова Е.Г.¹, Коваленко М.В.², Файтилевич Д.М.²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

² Педагогический университет им. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

Dust is the new and interesting object of research of ecological mineralogy and geochemistry. Quartz, field spars, biotite, muscovite and other minerals are established in the dust of Petersburg. The prevailing size of grains dust is of 0,25—0,1 mm. There are black, white, transparent, red, blue, green, pink, yellow particles in a dust. The geochemical range of the dust of Petersburg has the following appearance: As-Zn-Pb-Zr-V—Cr-La.

Несколько лет назад проблема пыли крупных мегаполисов была впервые обозначена в качестве приоритетного направления экологической геохимии и минералогии, а также медицинской геологии и в настоящее время активно развивается стараниями ученых разных стран.

Актуальность изучения пыли крупных мегаполисов определяется тем, что загрязнение природной атмосферы — самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на дыхательную и пищевую цепь человека и окружающую среду.

Пыль — это мельчайшие твердые взвешенные частицы, которые могут иметь как природное, так и техногенное происхождение. Физико-химические свойства пыли зависят от ее природы.

Методологические основы изучения этого нового объекта экологической минералогии только разрабатываются, но, в целом, можно использовать приемы литологического и минералогического анализов вещества.

Сбор проб пыли был проведен в 13 районах Санкт-Петербурга в период с 1.10.11. по 1.11.11. При помощи подручных средств, таких как совок, кисточка и пакеты, были собраны взвешенные вещества. Опробование проводилось на территории следующих районов: Адмиралтейский, Василеостровский, Выборгский, Калининский, Кировский, Красногвардейский, Красносельский, Московский, Невский, Петроградский, Приморский, Фрунзенский, Центральный.

Гранулометрический анализ пыли выявил, что в целом пыль Петербурга содержит широкий размерный спектр частиц, среди которых преобладают зерна 0,1—0,25 мм. Однако в центре города преобладающей фракцией является 0,25—0,5 мм, а на окраинах — тонкие фракции (0,05—0,1 мм).

Для изучения минерального состава и морфологических особенностей пылевых зерен, таких как цвет, форма, степень окатанности, сферичность и кородированность были использованы бинокляр, микроскоп для изучения искусственных петрографических шлифов и сканирующая электронная микроскопия. Шлиховой анализ позволил оценить процентное соотношение минералов в пробах.

Цветовой диапазон окраски пылевых зерен достаточно обширен, в пробах встречаются частицы: бесцветные, белые, черные, красные, розовые, желтые, синие и зеленые. В целом по Петербургу преобладают черные зерна — 35, бесцветные составляют 27, белые — 17, красные — 10, синие, зеленые — 5, розовые — по 5, желтые — 1 отн.%. Таким образом, в пробах пыли наиболее высока доля черных, белых и бесцветных зерен.

Форма зерен также многообразна, как и цветовой диапазон пыли. Были выделены круглые, треугольные, прямоугольные, волокнистые и неправильных очертаний зерна.

Треугольные зерна составляют 38 отн.%, округлые — 30, прямоугольной формы — 28, волокнистые — 2 и неправильной формы — 2 отн.%. В целом, следует отметить преобладание зерен остроугольной формы над окатанными частицами, что свидетельствует о значительном вкладе локальных ис-

точников пыли по сравнению с аэрозольным переносом издалека. Частицы округлой формы — сферулы, попадают в пыль в выбросах предприятий и четко диагностируются с помощью сканирующего электронного микроскопа и микрорентгеноспектрального анализа.

Шлиховой анализ выполнялся для трех фракций проб с размерами зерен: более 1 мм, 0,5—1 мм и 0,25—0,5 мм. По результатам анализа можно сделать вывод, что в мелких фракциях преобладающей составляющей во всех проанализированных пробах является кварц (до 60 отн.%), доля полевых шпатов достигает 35 отн.%, техногенных частиц до 25 отн.%. Биотит и мусковит составляют по 5 отн.%, менее 5 отн.% характерно для амфиболов, пироксенов, кальцита, доломита, корунда, рутила, киновари, апатита, флюорита, талька, хлорита, алунита, каолинита, гидрослюда, монтмориллонита и обломков пород. В крупных фракциях однозначно преобладают техногенные частицы (до 60 отн.%).

В центре города пыль обогащена кварцем, полевыми шпатами и техногенными частицами. Установленное распределение минералов определяется использованием гранитов в облицовке зданий исторического центра, которые в результате разрушения обогащают пыль неокатанными частицами кварца и полевых шпатов. Для окраин города характерно накопление в пыли широкого спектра минералов, в отдельных точках с преобладанием глинистых частиц. По-видимому, эрозия почв является главным источником, определяющим минеральный состав пыли.

Микрорентгеноспектральный анализ частиц выявил преобладание C, O и Si. Содержание углерода в частицах составляет в среднем 71,2%, достигая в отдельных случаях 100%. В локальных точках обнаружено в среднем (%): Fe — 14; Al — 10; Ca — 6,2; K — 4,9; Ti — 3,5; S — 3,2; Mg — 2,5.

Рентгено-флуоресцентный анализ был выполнен с помощью анализатора «Спектроскан-Макс». В пыли Петербурга установлены следующие содержания химических элементов (среднее, г/т): Zr— 515, Zn — 458, Sr— 388, V— 172, Cr — 151, Rb — 135, La — 82, Pb — 65, Ni — 45, Cu — 42, As — 13. Для ряда химических элементов содержание в пыли превышает их содержание в литосфере от 2 до 13 раз. Геохимический спектр пыли в целом по Петербургу имеет следующий вид: As—Zn—Pb—Zr—V—Cr—La. Распределение химических элементов не одинаково для разных районов города. Для пыли центральных районов характерны Zn, Pb, Zr; для южных районов — As.

Таким образом, пыль является новым и интересным объектом исследования экологической минералогии и геохимии. Данных о минеральном и химическом составе пыли должны являться предметом мониторинга при оценке экологического состояния крупных мегаполисов.

ГРАНИЦЫ, СТРУКТУРА И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПХС НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Питулько В. М.

Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Россия

The NTS — natural-technical systems — represent a special version of the urbanised ecosystems. A geoeological management of processes is carried out the searching influences. For example, use of barrier effect of self-cleaning of the Neva Bay at maneuvering by the overflow dam. Borders of NTS are limited in the anthropogenous geochemical fields of these objects. In the Neva delta there are many adverse factors that can be form the geoeological risk for erected technical constructions and buildings, especially — operates at raised them tallness.

Природно-хозяйственные системы (ПХС) есть ассоциация природных и техногенных элементов, взаимодействующих между собой и функционирующих как единое образование. Они представляют особую разновидность урбанизированных экосистем. Основу, структуру и пространственные масштабы ПХС определяют природные условия территории, на которой она формируется. Производственный блок — наиболее активная часть системы. Целостность ПХС поддерживается единством выполняемых социальных и экономических функций, а время их существования — продолжительностью природопользования. Для ПХС характерно появление новых устойчивых элементов в природной составляющей, а также формирование разных типов природно-антропогенного круговорота веществ и потоков энергии.

Взаимодействие проявляется в разнообразных геологических, гидрологических, атмосферных и биологических процессах. Набор их зависит от класса ПХС. В одних ПХС с искусственными объектами активно взаимодействуют граничащие с ними области литосферы, атмосферы, биосферы (мелиоративные системы), в других — области гидросферы (портовые сооружения) или литосферы (подземные сооружения, котлованы и карьеры, эксплуатационные скважины). Объединяясь, элементарные ПХС (отдельное производство) укрупняются до ранга локальных объектов (завод, комбинат и т.п.), совокупность которых образует региональные ПХС.

ПХС принципиально отличаются от природных геосистем тем, что возникающими в них изменениями можно управлять. *Управляющими* следует считать такие взаимодействия, которые регулируют функционирование систем. Направленные воздействия составляют систему **геоэкологического управления** процессами. При всей сложности таких подходов они часто более целесообразны и экономичны, чем системы инженерной защиты. Наиболее показательным примером может послужить управляемая система

защиты Финского залива от загрязнения, использующая барьерный эффект самоочищения при маневрировании затворами КЗС.

В настоящее время понятие ПХС в системе дифференциации реальных объектов определяется их физическими границами и пространственной функцией их влияния.

Существующие варианты геоэкологического анализа имеют либо общий характер, либо, напротив, отвечают специфике конкретных предприятий. Тесная корреляция ПХС с местной ландшафтной структурой наблюдается на локальном уровне и связана с исторически выработанной адаптивностью хозяйственной деятельности. Территориальная организация, типы производства, размещение и характер поселения во многом обусловлены исходной ландшафтной дифференциацией. Наиболее трудной задачей в изучении ПХС является установление их границ.

Критерии оконтуривания ПХС *до настоящего времени* не имеют научного обоснования, в качестве их выступают административные, геосистемные, биологические, физические и химические показатели и нормы.

В настоящее время для отображения и характеристики ПХС широко применяются разнообразные средства пространственного анализа методами геоинформационных технологий. К сожалению, до сих пор применение ГИС на различных этапах экологического сопровождения (ОВОС, экологический мониторинг) зачастую ограничивается лишь электронной картографией. Во многих случаях отсутствует интеграция (оверлей) с помощью ГИС различных источников пространственной информации для создания новых карт, например, ландшафтно-экологических. До сих пор слабо разработаны методики оценки устойчивости ландшафтов к техногенному воздействию на основе пространственного моделирования в ГИС. В большинстве организаций, занятых экологическим сопровождением проектов и обладающих дорогостоящим аппаратным и программным обеспечением (например, ArcInfo), реально используется лишь 30—40 % возможностей этих комплексов.

В роли информационных полюсов выступают ландшафтная карта и цифровая модель рельефа. Эти полюсы имеют информационные связи с другими, в основном, производными тематическими картами.

Существует противоречие между современной ландшафтной основой карты и схематичным отображением техногенных компонентов ПХС. Безусловно, границами ПХС являются антропогенные геохимические поля, формирующиеся в связи с деятельностью этих объектов. В качестве основы исследования целесообразно использовать представления о жизненном цикле любых ПХС, развитие которых происходит с изменением их главных показателей во времени (например, производительности, энергозатрат, стоимо-

сти и т.п.). Закономерность этих изменений всегда представляет S-образную кривую с характерными участками (фазами) на протяжении всего жизненного цикла ПХС от ее возникновения до деградации.

Геоэкологический риск обусловлен как хроническим ухудшением состояния и качества компонентов окружающей среды, так и острыми разрушительными для нее последствиями. Он служит количественной мерой экологической безопасности жизненно важных интересов людей. Потенциальную опасность для человека представляют все природно-антропогенные системы, где циркулируют потоки энергии и перераспределяются активные химические и биологические компоненты.

В геологическом пространстве территории дельты Невы действует большое число неблагоприятных факторов вместе образующих геоэкологический риск для существующих и возводимых инженерно-технических сооружений и зданий, особенно — при повышенной их высотности. К числу таких неблагоприятных факторов относится современная тектоническая активизация (СТА) и связанные с ней негативные явления, сопряженные эффекты воздействия объектов городской инфраструктуры, изменения воднофизических свойств грунтов и пород, загрязнение вод, почв и растительности. В первую очередь, надо отметить колебательные движения разной амплитуды, скорости, частоты и масштабности, приводящие к образованию в геологическом пространстве проницаемых зон.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Рыбаков Д. С.

ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия

Проблема возникновения экологических рисков, их формирование и взаимодействие друг с другом и другими, неэкологическими рисками, вызывают всё больший интерес в связи со своей актуальностью.

Экологический риск возникает в момент начала реализации экологически необоснованного решения. Этим он отличается от экологической опасности, которая появляется в момент принятия экологически опасного решения.

Формирование экологических рисков подразделяется на два основных этапа: 1) формирование рисков воздействия неблагоприятных факторов на окружающую среду; 2) формирование рисков воздействия изменённой окружающей среды на биоту, включая риски здоровью человека (рис. 1).



Рис. 1. Принципиальная модель взаимосвязи разнообразных рисков: узлы 1—1, 2—1, 1—2, 2—2 отражают моменты возникновения источника опасности

Экологическое значение данных о загрязнении окружающей среды определяется выявлением конкретных источников загрязнения, районов и локальных участков загрязнения, а также возможностью загрязнённой окружающей среды формировать риски для биоты.

Понятие «эколого-геохимический риск» предлагается для интегрированного подхода к изучению рисков воздействия неблагоприятных геохимических факторов (природных и техногенных) на окружающую среду и рисков последствий этого воздействия для биоты.

Эколого-геохимические риски связаны с химическим загрязнением окружающей среды. Источниками техногенного загрязнения являются объекты горных разработок (горные выработки, отвалы, хвостохранилища и др.) и урбанизированных территорий (промышленные предприятия, автомобильные и железные дороги, стройплощадки, места складирования твёрдых бытовых и промышленных отходов и др.).

Техногенно загрязнённая среда может оказать воздействие на ещё незатронутую человеком часть литосферы и повлечь за собой её загрязнение. Например, искусственно попавшие в почву элементы-загрязнители в дальнейшем вымываются из неё и поступают в донные осадки водных объектов. Наоборот, среда, созданная для хозяйственных нужд (пашня, пастбище и т.п.), может оказаться вблизи природной геохимической аномалии, способной негативно воздействовать на окультуренную территорию.

На рис. 2 представлена принципиальная схема взаимосвязи экологических и других разнообразных рисков, сопряжённая с точной системой принятия управленческих решений. Эта модель показывает, что в основе экологически безопасного подхода к решению хозяйственно-экономических задач лежит, прежде всего, недопущение экологически ошибочных решений, обосновывающих начало и продолжение деятельности, способной повлиять

на окружающую среду и живые организмы. Ошибочные решения ведут к затратам на устранение экологических рисков и ликвидацию возникающих вредных последствий на этапах реализации хозяйственной и иной экологически значимой деятельности. Система экологической безопасности, должна способствовать недопущению таких последствий и затрат.



Рис. 2. Принципиальная модель взаимосвязи разнообразных рисков и управленческих решений

СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Серебряцкий И. А.

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, Санкт-Петербург, Россия

Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) — комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. Государственный экологический мониторинг осуществляется органами государственной власти Российской Федерации и органами государственной власти субъектов Российской

Федерации в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации в целях наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе — за состоянием окружающей среды в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействием этих источников на окружающую среду, а также в целях обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды.

Отношения в сфере экологического мониторинга на территории Санкт-Петербурга регулируются Законом Российской Федерации «Об охране окружающей среды», нормативными правовыми актами Российской Федерации, законом Санкт-Петербурга от 17.04.2006 N 155—21 «Об экологическом мониторинге на территории Санкт-Петербурга и нормативными правовыми актами Санкт-Петербурга. Данным законом определены объекты и субъекты экологического мониторинга на территории Санкт-Петербурга, специализированная организация уполномоченная осуществлять государственный экологический мониторинг, порядок финансирования расходов, связанных с реализацией полномочий по организации и осуществлению государственного экологического мониторинга. Государственный экологический мониторинг на территории Санкт-Петербурга осуществляется Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности и подведомственным Комитету ГГУП «СФ «Минерал».

Система экологического мониторинга Санкт-Петербурга по 2012 год включала в себя мониторинг радиационной обстановки, мониторинг качества атмосферного воздуха, мониторинг геологической среды, включая мониторинг подземных вод и мониторинг экзогенных геологических процессов, мониторинг состояния зеленых насаждений общего пользования, мониторинг биологического загрязнения вод Финского залива. Система экологического мониторинга Санкт-Петербурга методически и метрологически обеспечена. *Межведомственной группой по региональной информатизации при Президенте Российской Федерации система Экологического мониторинга Санкт-Петербурга отмечена специальным дипломом в ноябре 2009 года.*

Мониторинг радиационной обстановки. Мониторинг радиационной обстановки на территории Санкт-Петербурга проводится на 16 станциях автоматизированной системы контроля радиационной обстановки Санкт-Петербурга. Результаты мониторинга ежедневно передавались в Управление дежурной службы Правительства Санкт-Петербурга и размещаются в Интернете.

Мониторинг качества атмосферного воздуха. Автоматизированная система мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (Система АСМ), в составе 21 автоматической станции, измеряющих концентрации основных загрязняющих веществ и ряда специфических загрязняющих веществ (всего — 8 ингредиентов по программе автоматических измерений и 7 ингредиентов по программе отбора проб с последующим анализом), региональной фоновой станции, 2-х метеостанций, центра сбора данных и информационного сервиса, 2-х передвижных лабораторий мониторинга атмосферного воздуха, передвижной технической лаборатории и специализированного автомобиля. Измерения осуществлялись в соответствии с лицензией Росгидромета. Система АСМ аккредитована в установленном порядке в Ростехрегулировании. Всего за последние четыре года выполнено более 14 млн. измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории Санкт-Петербурга.

Поскольку плотность существующих станций Системы АСМ недостаточна для построения надёжных аппроксимаций полей концентраций загрязняющих веществ, то наряду с инструментальными методами измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе использовались методы расчетного мониторинга. Для моделирования распространения загрязняющих веществ от предприятий промышленности и автотранспорта в атмосферном воздухе города использовался программный комплекс «Эколог-Город-Санкт-Петербург», входящий в состав государственной информационной системы в сфере охраны окружающей среды и природопользования «Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга». Контроль правильности расчетов загрязнения атмосферного воздуха осуществлялся путем сопоставления результатов расчета содержания основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в точках расположения постов АСМ с результатами натурных наблюдений на этих постах. Анализ показал, что результаты расчетов адекватно описывают реальное загрязнение атмосферного воздуха на территории Санкт-Петербурга.

Мониторинг геологической среды, включая мониторинг подземных вод и мониторинг экзогенных геологических процессов. В период с 2005 по 01.01.2012 осуществлялся мониторинг геологической среды, включая мониторинг подземных вод и экзогенных геологических процессов. Мониторинг подземных (грунтовых) вод осуществлялся на 60 наблюдательных скважинах (4860 замеров в год). Наблюдательная сеть оснащена высокоточными автоматизированными комплексами замеров уровней подземных вод с возможностью автоматической передачи данных в единый центр сбора и обработки информации.

Мониторинг экзогенных геологических процессов осуществлялся на 81 участке, подверженных береговой эрозии. Для количественной оценки скорости эрозии берегов рек и побережья Финского залива было установлено более 20 реперов.

Мониторинг состояния зеленых насаждений общего пользования.

Мониторинг состояния зеленых насаждений общего пользования (мониторинг состояния ЗНОП) — это постоянно действующая система оперативного наблюдения за зелеными насаждениями парков, городских садов, скверов, бульваров, озелененных улиц и набережных, за нарушением их устойчивости, повреждениями вредителями, поражениями болезнями и другими негативными факторами среды, обеспечивающая раннее выявление неблагоприятного состояния насаждений, оценку и прогноз развития экологически неблагоприятных ситуаций, получение достоверной информации о нежелательных изменениях природы под антропогенным влиянием. Мониторинг зеленых насаждений общего пользования проводится на 100 пробных площадках. Одновременно проводятся работы по маршрутному обследованию зеленых насаждений и закладка дополнительных пробных площадей на объектах, не входящих в состав ЗНОП. Целью этих работ является выявление причин ослабления и усыхания городских древесных насаждений, а также оценка уровня распространения болезней.

Мониторинг биологического загрязнения вод Финского залива.

В целях выявления и минимизация экологических рисков для водных экосистем Финского залива, связанных с неконтролируемым распространением чужеродных видов в поверхностных водах в 2008 году проводился биологический мониторинг чужеродных видов на 22 станциях расположенных преимущественно в Невской губе, а также в Финском заливе. В 2009—2011 годах мониторинг биологического загрязнения вод Финского залива не проводился в связи с намывом территории для строительства Морского фасада. Очередной этап работ запланирован на 2014 год.

Информация, получаемая при проведении экологического мониторинга, систематизируется в государственной информационной системе «Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга», и представляется в исполнительные органы государственной власти Санкт-Петербурга и в территориальные органы федеральных органов исполнительной власти на основании соглашений об информационном обмене, а также в Единый государственный фонд данных о состоянии окружающей природной среды, для информирования населения Санкт-Петербурга об экологическом состоянии компонентов окружающей среды Санкт-Петербурга.

ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДР САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Серебрицкий И. А.

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время недра Санкт-Петербурга используются в целях добычи гиттиевых глин, подземных вод, строительства различных подземных сооружений, а также с целью геологического изучения.

Отношения, возникающие в связи с геологическим изучением, использованием и охраной недр на территории Санкт-Петербурга, регулируются Законом Российской Федерации «О недрах», нормативными правовыми актами Российской Федерации, Законами Санкт-Петербурга от 13.09.2006 г. № 417—65 «О разграничении полномочий органов государственной власти Санкт-Петербурга в сфере регулирования отношений недропользования на территории Санкт-Петербурга» и от 19.07.2005 № 395—63 «О разработке месторождений общераспространенных полезных ископаемых на территории Санкт-Петербурга» и нормативными правовыми актами Санкт-Петербурга.

Полномочия в части организации и ведения мониторинга геологической среды (полномочие отменено с 01.01.2012), создания и ведения территориального фонда геологической информации Санкт-Петербурга; составления кадастра месторождений и проявлений общераспространенных полезных ископаемых на территории Санкт-Петербурга; принятия решений о предоставлении права пользования участками недр местного значения, для целей строительства и эксплуатации подземных сооружений, Правительством Санкт-Петербурга предоставлены Комитету по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности.

По результатам мониторинга подземных и грунтовых вод создан ежегодно пополняемый банк данных многолетних наблюдений, позволяющих прогнозировать гидродинамическую обстановку в различных условиях эксплуатации водозаборов и режима уровней грунтовых вод по территории Санкт-Петербурга. Ведется Дежурная карта наблюдательной сети мониторинга подземных вод на территории Санкт-Петербурга с информацией по скважинам наблюдательной сети 4 уровней: федерального, территориального, ведомственного и объектного. Построена карта прогнозных максимальных уровней грунтовых вод, которая дает представление о глубине залегания первого от поверхности водоносного горизонта грунтовых вод в естественных и нарушенных условиях, что актуально как при проектировании строительства на вновь застраиваемых территориях, так и при про-

ведении ремонтно-восстановительных работ. Ежегодно осуществляется оценка состояния подземных вод с целью составления прогноза изменения уровней подземных вод и разработки рекомендаций по рациональному использованию и защите подземных вод от истощения и загрязнения.

В Санкт-Петербурге создан и постоянно пополняется Территориальный фонд геологической информации, в котором содержатся:

- картограмма геологической изученности территории города;
- 22 геологические карты в цифровом формате (геологические, гидрогеологические, геофизические, инженерно-геологические, проявлений биогазов, районирования территории Санкт-Петербурга по условиям строительства, месторождений полезных ископаемых и др.);
- более 5000 колонок скважин с послойным описанием пород с привязкой и обеспечением гиперсвязи с картографическим материалом;
- более 70 геологических разрезов;
- дежурные карты состояния подземных вод и проявлений эндогенных геологических процессов;
- электронные каталоги всех ранее пробуренных эксплуатационных скважин на воду;
- реестр наблюдательных скважин территориальной сети мониторинга подземных вод.
- отчеты по выполненным работам геологического содержания, финансируемых из бюджета города.

Полученные данные необходимы для составления заключений о геологических особенностях участков, планируемых для строительства.

В 2009 году, по материалам Территориального фонда геологической информации впервые в России, издан Геологический Атлас Санкт-Петербурга, включающий 8 разделов, отражающих геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические особенности территории Санкт-Петербурга и акватории восточной части Финского залива.

В целях защиты подземных вод от поверхностного загрязнения были выполнены работы по инвентаризации водозаборных скважин на территории города, по результатам которой были выявлены скважины, подлежащие ремонту, консервации или ликвидации. Произведен ликвидационный тампонаж 11 бесхозных скважин, являвшихся потенциальными источниками загрязнения подземных вод в п.п. Ушково, Комарово, Песочный, Репино и Белоостров. Результаты мониторинга подземных вод территориального уровня свидетельствуют об отсутствии загрязнения подземных вод основных водоносных горизонтов, имеющих эксплуатационное значение.

В целях развития на базе эксплуатационных запасов подземных вод сети резервных водозаборов для питьевого водоснабжения Санкт-Петербурга и пригородов на период чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, в соответствии с целевой программой по организации резервного водоснабжения города при чрезвычайных ситуациях и на особый период, выполнен подсчет и утверждены в установленном порядке запасы подземных вод Петербургского месторождения — Северная ВС (п. Запевка), Кронштадтская ВС, Муринская ВС, Пулковская ВС, Волковская ВС. Пробурены 10 разведочно-эксплуатационных скважин общей глубиной 1640 метров. Разработаны проекты зон санитарной охраны для четырех участков месторождения. Введены в эксплуатацию 5 водозаборов для обеспечения населения города на период ЧС мирного времени и особый период.

Для оценки состояния ранее разведанных и неиспользуемых месторождений твердых полезных ископаемых и подземных вод была выполнена работа по ревизии таких месторождений. По результатам работ было установлено, что перспективы добычи глин, ПГМ, минеральных красок, песков на территории города отсутствуют. Практически все отработываемые ранее месторождения твердых полезных ископаемых застроены (кроме месторождений торфа). Месторождения торфа, отнесенные к забалансовым, не имеют экономических перспектив освоения. Запасы общераспространенных полезных ископаемых в 2008—2011 годах не разрабатывались.

Срок подсчета запасов по неиспользуемым месторождениям подземных вод превысил 25 лет. Техническое состояние ранее пробуренных разведочных скважин не позволяет использовать их для переоценки запасов. За 25—30 лет изменилась водопотребность и схема перспективного водоснабжения населенных пунктов. С учетом реальной водопотребности в 2008 году была осуществлена переоценка запасов подземных вод на Репинском, Зеленогорском и Смолячковском месторождениях в Курортном районе Санкт-Петербурга.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ПРОБЛЕМЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

Серебрицкий И. А.

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, Санкт-Петербург, Россия.

Influence of human activity on the geological environment has huge ecological consequences as well as geological conditions in many respects define this or that approach to a choice of a way of the decision of the problems on development

of the underground environment limited by administrative borders of settlement. Attempts to investigate and understand a condition of the geological (natural) environment and its influence on activity of the humanity in the modern cities has caused rapid growth of new section of geological knowledge — Environmental Geology of the urbanized areas.

Влияние деятельности человека на геологическую среду имеет огромные экологические последствия, так же как и сами геологические условия во многом определяют тот или иной подход человека к выбору способа решения своих задач по освоению подземного пространства ограниченной административными границами поселения.

Попытки исследовать и понять состояние геологической среды и ее влияние на деятельность человека в условиях современных городов вызвало бурный рост нового раздела геологических знаний — геологической экологии урбанизированных территорий. При этом формирование современной городской среды должно основываться на принципах устойчивого развития.

Устойчивое развитие — это развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

Состояние геологической среды и ее влияние на деятельность человека напрямую связано с устойчивым развитием урбанизированных территорий. Естественные, природные факторы, а также широкое развитие процессов имеющих антропогенную и техногенную природу, многократно увеличивают нагрузку на геологическую среду, что в свою очередь оказывает влияние на устойчивость и стабильность развития городов.

Многие разделы геологии прямо или косвенно касаются освоения недр под территориями городов, а результаты инженерно-геологических, гидро-геологических, геофизических исследований непосредственно используются при проектировании городской инфраструктуры. При этом вопросы экологических последствий воздействия на геологическую среду, их оценки, находятся на невысоком уровне, из-за отсутствия системного подхода.

Рассмотрение экологических проблем связанных с геологической средой можно на примере второго по величине города Российской Федерации — Санкт-Петербурга, в котором в настоящее время проживает 5 млн. человек на площади 1436,17 км².

Правительство Санкт-Петербурга проводит экологическую политику, целью которой является устойчивое развитие, предусматривающее равное внимание к экономической, социальной и экологической составляющим, что отражено в городских нормативно-правовых актах. Достижение этой цели невозможно без учета совокупности геологических, экологических и техногенных процессов на формирование городской среды, индикаторами которых являются их проявление на минеральном и элементном уровнях,

позволяющих оценить как состояние, так и динамику изменений геологической среды.

Основные геологические проблемы территории Санкт-Петербурга, это:

- погребенные гидросети;
- биогазы;
- радон;
- подмыв и обрушения берегов;
- карстообразование;
- оврагообразование.

Кратко проиллюстрируем каждую из этих проблем, влияющих на устойчивое развитие города.

С расположением Санкт-Петербурга на болотистых территориях, последующую на протяжении трех столетий засыпку естественной и искусственной гидросети и сложным гидрогеологическим строением связано образование в недрах города природного биогаза.

В 70—90 годы XX века, в ходе инженерно-геологических съемок, были выявлены участки территории города, на которых находится погребённая гидросеть — исторически утраченные каналы, малые реки и болота и намывные территории. Анализ показал, что примерно 3,7% территории города (5315 га) представляет собой засыпанные в прошлом водные объекты.

Образование природных газов в грунтах города происходит в результате биохимических и бактериальных процессов, преобразующих органическое вещество почв и рыхлых отложений в газы. Процессы приповерхностного газообразования при определенных условиях своего развития создают на застраиваемых территориях города такие опасные ситуации, как:

- спонтанные газо-грязевые выбросы;
- разуплотнение газоводонасыщенных грунтов и изменение их несущей способности;
- накопление природного газа (метана) в подземных сооружениях (подвалы зданий, коммуникации и т.п.).

В целом по городу, площадь в 954 га (0.66% территории) подвержена развитию биогазов.

На юге Санкт-Петербурга в Красносельском и Пушкинском районах в разрезе осадочного чехла проявляются карбонатные отложения ордовикского комплекса мощностью до 40м, содержащие прослои ураноносных диктионемовых сланцев с содержанием урана выше фонового в 10—100 раз. Таким образом, более 6% территории города (8532 га) потенциально радоноопасна.

На городской территории широко проявлены процессы, происходящие в приповерхностной зоне литосферы. К ним, в первую очередь, отно-

сится эрозия, снижающая ценность земельных ресурсов и усложняющая инженерно-геологические условия строительства. По состоянию на начало 2010 года 1850 строений находились в зоне потенциального развития экзогенных геологических процессов (абразия, аномальная аккумуляция и дефляция, карст и суффозионные процессы, речная (боковая) эрозия, овражно-балочная и другие виды линейной склоновой эрозии, оползни и заболачивание).

По данным мониторинга геологической среды, проводимого ГГУП «СФ «Минерал» и исследованиям ВСЕГЕИ — эрозионные процессы наблюдаются в настоящее время на 6,5 % территории города (9463 га).

Природные факторы имеют огромные геоэкологические последствия, так же как и сами геологические условия, во многом определяют тот или иной подход человека к выбору способа решения своих задач по освоению окружающей его среды ограниченной административными границами поселения.

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУБОЙ ФРАКЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛОЙ ГОРОДСКОЙ РЕКИ

Слуковский З. И.

Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, РФ

This paper shows the relationship between the petrochemical and trace element composition of the Neglinka's small urban river sediments. The main formation factor of the chemical composition of the sediments is particle-size distribution of deposits.

Характер химического состава донных отложений (ДО) водного объекта является отражением геохимических особенностей бассейна эрозии водоема или реки (Даувальтер, 2012; Янин, 2013). От минерального состава и содержания главных компонентов в современных аллювиальных образованиях зависит микроэлементный состав ДО, к которому также относится группа тяжелых металлов. В тоже время изучение закономерностей распространения их (тяжелых металлов) в ДО представляет большой интерес с точки зрения геоэкологии. Ранее проведенные исследования микроэлементного состава ДО рек г. Петрозаводска (Карелия) выявили превышения нормативных (ПДК, ОДК) и фоновых значений по ряду химических элементов, что говорит о загрязненности водотоков (Рыбаков, Слуковский, 2012; Слуковский, Бубнова, 2013).

Таблица 1. Факторная модель петрохимического состава ДО городской части р. Неглинки (фракция <2.0 мм)			
	фактор 1	фактор 2	фактор 3
SiO ₂	–99	–8	–7
TiO ₂	97	4	14
Al ₂ O ₃	93	30	12
Fe ₂ O ₃	–2	0	–99
FeO	74	–5	66
MnO	81	–22	14
MgO	95	–6	8
CaO	95	–10	3
Na ₂ O	5	98	–3
K ₂ O	1	96	1
ППП	97	5	6
P ₂ O ₅	93	21	5
Вес фактора, %	63.3	17.4	12.5
Примечание. Все значения увеличены в 100 раз			

Для исследований отобраны образцы проб ДО малой реки Неглинки, протекающей в нижнем и среднем течении по территории г. Петрозаводска. Для данной работы изучены 13 образцов осадков, просеянных через сито 2 мм (граница песчаной и гравийной фракций по Рухину (1969)), так как химический состав грубой фракции ДО (<2.0 мм) отражает как природные, так и техногенные источники поступления элементов в экосистему реки. Определение главных петрогенных компонентов проводилось методом мокрой химии, микроэлементов — при помощи масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) в Институте геологии КарНЦ РАН. Факторный анализ полученных аналитических данных проводился при помощи программы PSPP (0.7.10). Расчет корреляционных зависимостей осуществлялся по методу ранговой корреляции Спирмена (<http://www.psychol-ok.ru/statistics/spearman>).

Основной — фактор 1 (табл. 1), — на долю которого приходится 63.3 % от веса всех факторов, объединяет окислы Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, P и потери при прокаливании (ППП). При этом кремнезем имеет отрицательный коэффициент корреляции с фактором 1, который, скорее всего, отражает устойчивость к механическому выветриванию первичных пород, что влияет на гранулометрические особенности ДО. Исследования показывают, что содержания в речных отложениях кварца, как наиболее устойчивого к выветриванию минерала, прямо пропорционально уменьшению размера фракций осадков (Янин, 2013). Содержание остальных компонентов, входящих в состав глинистых минералов, карбонатов и органического вещества, наоборот, увеличивается при уменьшении размера зерен. Фактор 2,

который объединяет Na_2O и K_2O , чьи концентрации связаны с полевыми шпатами,— это фактор состава первичных пород, из которых образовались осадки. Корреляционный анализ между содержанием в осадках окислов Na и K и процентным соотношением разных гранулометрических фракций указал на отсутствие какой-либо статистически значимой связи между этими показателями. По третьему по весу фактору (12.5%), по-видимому, можно судить о химическом выветривании (в данном случае — окисления железа).

В ранее проведенных исследованиях (Слуковский, Бубнова, 2013) было показано, что в формировании микроэлементного состава ДО р. Неглинки основную роль играет гранулометрический состав осадков. Данный факт подтверждается корреляционными зависимостями, представленными в таблице 2; отмечается тесная связь почти всех представленных металлов с оксидами Ca и Mg, как основными элементами карбонатных минералов в ДО (Даувальтер, 2012), которые легко разрушаются при выветривании (Рухин, 1969). С другой стороны, главные окислы Si, Na и K, входящие в кристаллическую решетку главных породообразующих минералов, являются антагонистами по отношению к большинству представленных микроэлементов, что согласуется с данными представленными выше.

Таблица 2. Корреляционная связь между микроэлементным и петрохимическим составом ДО городской части р. Неглинки

	V	Co	Cu	Zn	Cd	Sn	Sb	W	Pb
SiO_2	-80	-62	-62	-66	-75	-57	-76	-82	-56
TiO_2	89	78	68	72	62	44	76	80	52
Al_2O_3	29	19	7	25	57	32	31	35	25
Fe_2O_3	21	9	24	35	26	34	23	27	39
FeO	63	62	41	43	43	13	51	49	14
MnO	70	75	71	79	57	83	81	79	81
MgO	80	86	64	73	50	48	75	83	67
CaO	94	80	83	84	82	61	91	94	62
Na_2O	-28	-41	-51	-35	6	-19	-31	-23	-22
K_2O	-27	-33	-43	-28	2	-16	-36	-28	-3
ППП	78	68	67	70	69	62	83	84	63
P_2O_5	44	39	25	50	61	48	53	52	51

Примечание. Жирным шрифтом выделены значимые положительные коэффициенты корреляции >70 ; $R_{\text{крит.}}=56$, $p<0.05$. Все значения в таблице увеличены в 100 раз

Тесная связь между концентрациями микроэлементов в ДО петрозаводской реки и оксидами Mn и Fe (табл. 2), которые являются фазами-

носителями ряда микроэлементов как в речных осадках (Förstner, 1987), так и в геохимически близким к ним почвенным образованиям (Водяницкий, 2008), подтверждается значимой (в ряде случаев высокой) корреляционной связью. Манганофилами в химическом составе ДО Неглинки являются Pb и Sn, которые, кроме того, имеют самую низкую корреляционную связь с карбонатами и органическим веществом. Остальные микроэлементы, в формировании состава которых, безусловно, участвует органика (ППП), выстраиваются в следующий ряд (по убыванию коэффициентов корреляции с PPP): $W > Sb > V > Zn > Cd > Co > Cu$.

Таким образом, на примере изучения русловых отложений малой городской реки Карелии, показано, что важнейшими факторами (93.2%), формирующими химический состав фракции менее 2.0 мм ДО, являются процессы механического и химического выветривания и в меньшей степени — состав первичных пород. На основе корреляционного анализа между петрохимическим и микроэлементным составом ДО р. Неглинки установлено, что главными фазами-носителями изученных металлов являются карбонаты, окислы Mn и органическое вещество.

БИОАККУМУЛЯЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ БЕНТОСНЫМИ БЕСПОЗВОНОЧНЫМИ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ВОДОТОКОВ (НА ПРИМЕРЕ ОЛИГОХЕТ РЕК Г. ПЕТРОЗАВОДСКА, КАРЕЛИЯ)

Слуковский З. И.¹, Полякова Т. Н.²

¹Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, РФ

²Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Петрозаводск, РФ

This research is the first attempt to assess the bioaccumulation of different chemical elements by benthic organisms of Petrozavodsk small river (Karelia).

Трансформация химического состава донных отложений (ДО) различных пресноводных водных объектов, подверженных антропогенной нагрузке, являющихся непосредственной средой обитания бентосных организмов, влечет за собой изменение и самих гидробионтов. Поскольку многие представители бентофауны питаются, пропуская через свои кишечники грунт водных осадков, то различным химическим веществам (в т.ч. и элементам из числа тяжелых металлов (ТМ) и металлоидов) свойственно накапливаться в телах организмов (Константинов, 1989). Биоаккумуляционный потенциал речных и озерных донных животных показан в ряде работ на примере хирономид, моллюсков, олигохет, ручейников, поденок

и т.д. (Burrows, Whitton, 1983; Клишко и др., 2009; Santoro et al., 2009; López et al., 2010). Накопление ТМ в организмах животных более высокого ранга (Романова, Климина, 2009; Терентьев, Кашулин, 2012; Yi, Zhang, 2012) наглядно иллюстрирует миграцию элементов-загрязнителей в цепи питания организмов, выводя подобные эколого-химические исследования на новый уровень.

На территории Карелии работ по изучению химического состава донных животных ранее не проводилось. Исследовался лишь уровень накопления Pb, Cu, Zn, Cd, Ni, Cr и Co в водорослях *Zygnema sp.* рек г. Петрозаводска (Комулайнен, Морозов, 2007). По всем металлам авторами установлено превышение над естественно-фоновыми значениями. Превышение фоновых, кларковых, а также — по ряду ТМ — значений ПДК и ОДК отмечено при исследовании химического состава донных отложений петрозаводских рек (Рыбаков, Слуковский, 2012; Слуковский, Бубнова, 2013). Поэтому данная работа представляется логическим продолжением ранее проведенного изучения экосистем указанных водотоков.

Полевые исследования проводились в июне 2011 и 2012 гг. Изучались донные отложения на плесовых участках двух малых рек Лососинки и Неглинки, протекающих в нижнем течении по городу Петрозаводску и впадающих в Петрозаводскую губу Онежского озера. Пробы макрозообентоса отбирали дночерпателем Экмана-Берджи ($S_{\text{захв.}} = 225 \text{ см}^2$). Отобранный осадок промывали через сито № 23 (0.333 мм) и фиксировали раскисленным 4% формалином. Последующую камеральную обработку материала проводили по общепринятым в гидробиологической практике методикам (Методика..., 1975). Для химического анализа из 6 проб отбирались навески из олигохет (*Oligochaeta sp.sp.*), которые на исследованных участках имеют наибольшую численность (52%) и биомассу (66%) (Слуковский, Полякова, 2012). Пробы высушивались при 105 °С и анализировались при помощи ICP-MS. Химический состав отложений (после просушки и ситования для выделения фракции <0.1 мм ДО) определялся тем же аналитическим методом.

В результате полученных данных было установлено, что концентрации химических элементов (в т.ч. ТМ) в организмах олигохет в среднем находятся ниже уровня валовых концентраций тех же элементов в осадках, но выше концентраций подвижных форм металлов в ДО изучаемых рек (рис. 1). Это говорит о высоком уровне биодоступности поллютантов для донных животных по сравнению с низшими водорослями (Галатова и др., 2010) и высшими водными растениями.

Однако точную корреляцию между химическим составом олигохет и донных отложений (по всем элементам) в одних и тех же точках отбора установить крайне сложно, так как минеральные частицы и бентос постоянно

но переносятся вниз по течению реки (особенно во время половодья), тем самым перемешиваясь и распределяя загрязнители в зависимости от гидрологического режима водотока (Аполлов, 1952; Бигон и др., 1989). При этом закономерность, показанная на примере свинца, повторяется почти по всем элементам во всех образцах проб. Более низкие концентрации Pb в точках НЗ и Л4, в отличие от остальных, которые расположены ближе к центру города, свидетельствуют об уменьшении влияния автотранспорта, с которым ассоциируется свинцовое загрязнение (Геохимия..., 1990), на экосистемы исследуемых рек.

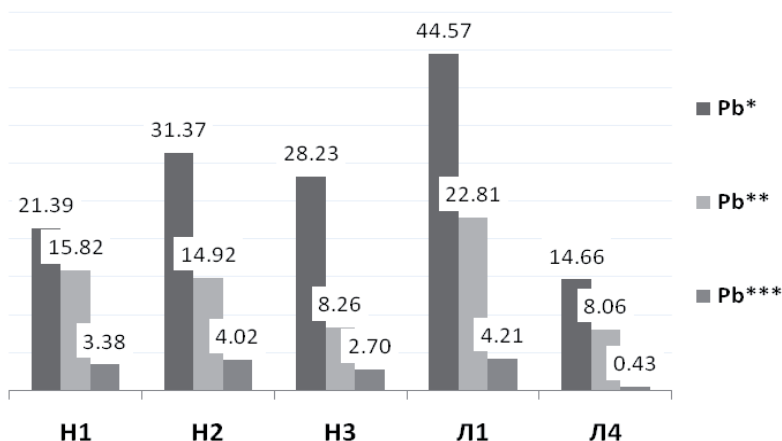


Рис. 1. Концентрации свинца в ДО и организмах олигохет рек г. Петрозаводска
 * — валовое содержание; ** — содержание в организмах,
 *** — концентрации подвижных форм)

Из таблицы 1 видно, что наибольшие концентрации Cu, Zn и Pb, высокие содержания которых обнаружены в химическом составе вод петрозаводских рек (Комулайнен, Морозов, 2007; Рыжков и др., 2012), приходятся на зарегулированные участки рек, где увеличена доля самых тонких фракций в составе ДО (Рыбаков, Слуковский, 2012), которые, легче поглощаются реозообентосом. Ранее проведенные исследования (Слуковский, Бубнова, 2013) выявили тесную связь между глинисто-алевритовой фракцией ДО р. Неглинки и концентрациями ТМ в русловых осадках водотока. Таким образом, установлено, что олигохеты рек города Петрозаводска являются хорошими аккумуляторами различных химических элементов (в т.ч. загрязнителей) из донных отложений, являющихся их средой обитания.

Таблица. 1. Концентрации некоторых ТМ в организмах олигохет рек г. Петрозаводска (мг/кг)

	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Н1—11	15.30	3.33	7.88	65.03	446.60	0.72	15.82
Н2—11	14.82	3.77	6.65	47.50	194.05	1.05	14.92
Н3—11	12.14	3.10	5.17	23.67	81.39	0.98	8.26
Н4—12	17.43	5.22	13.74	54.44	254.70	1.35	19.27
Л 1—12	22.10	4.52	10.16	41.99	352.70	1.21	22.81
Л 4—12	50.36	7.16	14.85	54.89	189.22	2.48	8.06

Примечание. Н — р. Неглинка, Л — р. Лососинка; 11—2011 г., 12—2012 г.

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ И СОПРЕДЕЛЬНЫЕ С НЕЙ СРЕДЫ

Шахвердов В. А.

ФГУП «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, Россия

The technique, which allows to make a transition from qualitative to the quantitative assessment of anthropogenic impact on the geological environment and adjacent to her environments is considered. The developed method is based on the premise that as a result of the calculations can be obtained by numerical value (coefficient), which reflects an objective evaluation of factors of anthropogenic impact and violations of the geological environment.

Постоянно растущая активность техногенеза, провоцирует опасные геологические процессы и явления. Способы оценки техногенного воздействия на геологическую среду и сопредельные с ней среды и принципы составления карт техногенных объектов рассмотрены в требованиях к геолого-экологическим исследованиям и картографированию различного масштаба и методических рекомендациях (Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию м-б 1:50 000—1:25 000, 1990, Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию м-б 1:200 000—1:100 000, 1990, Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт м-ба 1:1 000 000—1:500 000, 1994, Инструкцией по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты РФ м-ба 1:200 000, 1995).

Однако степень техногенного влияния при составлении карт техногенных объектов в соответствии с данными рекомендациями не оценивается. Они характеризуются значительной информационной насыщенностью, несут значительный объем материалов по факторам техногенного воздействия, но в тоже время не позволяют объективно оценить его масштаб и провести районирование территорий по его уровню. Они дают качественное, а не количественное представление об уровне техногенной нагрузки и степени техногенных нарушений. По своей сути эти карты являются регистрационными.

Активное освоение береговой зоны, которое особенно интенсивно происходит в последние годы, требует новых подходов к оценке техногенного воздействия, которое на нее оказывается. Поэтому актуальной задачей является определение уровня антропогенной нагрузки на различные части акватории и прилегающей части суши, не только в качественном, но и в количественном выражении, картирование и выявление участков наибольшего техногенного воздействия. Кроме того, особую важность приобретает прогностический потенциал составляемых картографических материалов.

Согласно Н.Ф. Реймерсу и А.В. Яблокову, под техногенной (антропогенной) нагрузкой «следует понимать степень прямого или косвенного воздействия людей и их хозяйства на природу в целом, на отдельные ее компоненты и элементы. В понятие «техногенная нагрузка» интегрируется сложный комплекс факторов и процессов, влияющих на изменение геологической среды».

Данная формулировка объединяет два разных понятия. С одной стороны — степень прямого или косвенного техногенного воздействия, а с другой — его факторы и процессы.

Следует разделять факторы техногенного (антропогенного) воздействия от признаков проявления или последствий техногенного воздействия. Наличие фактора или процесса еще не является показателем самого воздействия, а тем более его уровня.

Следствием такого подхода явилось создание карты, состоящей из двух слоев.

Первый — характеризует факторы техногенной нагрузки. Отвечает на вопрос: есть данный фактор, или его нет? Этот слой по существу является информационным и позволяет провести оценку потенциальной опасности (риска).

Второй — характеризует последствия техногенного воздействия или нарушения состояния геологической среды и сопредельных с ней сред и может иметь степени оценки, в том числе и количественную.

Главной задачей исследования являлась разработка методики, позволяющей перейти от качественных показателей к количественной оценке

рассматриваемых факторов техногенной нагрузки и нарушений состояния геологической среды. Разработанный метод базируется на той предпосылке, что в результате расчетов может быть получена численная величина (коэффициент), объективно отражающая их интегральную оценку. Для карты факторов техногенных рисков эту величину предлагается определять как коэффициент оценки потенциального техногенного риска. Для карты нарушения состояния геологической среды — как коэффициент оценки техногенных нарушений.

Предлагаемая методика заключается в оценке и сравнении качества объектов между собой. Этими объектами являются точки наблюдения. Ее алгоритм состоит из трех основных этапов:

Этап 1 (процедура выбора характеристик). Оценка техногенной нагрузки на геологическую среду выполняется с учетом основных факторов, существенно влияющих на ее состояние в береговой зоне. Говоря о количественном выборе признаков необходимо отметить их минимизацию (необходимость и достаточность).

Этап 2 (процедура установления уровней для элементов сравнения — кодов). Для установления уровней факторов применяется так называемая шкала интервалов. Интервальная шкала может иметь произвольные точки отсчета и масштаб. Она позволяет отразить величину различия между объектами. Для этого, как качественные, так и количественные характеристики кодируются по принципу, чем лучше характеристика, тем выше код.

Этап 3 (процедура сравнения). После кодировки производится приведение кодов к относительным величинам. Для этого код по каждому из факторов делится на максимальное его значение. На этом этапе предполагается одинаковое влияние факторов. Далее для получения коэффициента оценки необходимо учесть вклад каждого элемента сравнения в расчетный коэффициент оценки по степени его техногенного влияния на состояние геологической среды. Для этого нормированное значение кода умножается на вес элемента сравнения, выраженный в процентах. Расчетный коэффициент оценки представляет собой сумму пересчитанных с учетом весов кодов по каждому объекту или точке наблюдения.

В данной модели коэффициент оценки можно рассматривать, как количественный показатель потенциального техногенного риска, а также техногенного воздействия на состояние геологической среды. Он отражает суммарное ее качество в каждой точке наблюдения. То есть, чем выше значение коэффициента оценки, тем ниже уровень техногенных нарушений геологической среды и степень техногенных рисков в районе проведения наблюдений. Данный подход проиллюстрирован на примере восточной части Финского залива. Составленные, на основе рассчитанных коэффициентов оценки, карты интегральной оценки потенциальных техногенных рисков

и техногенных нарушений геологической среды представляют собой карты изолиний равных коэффициентов оценки.

Данные карты могут стать элементом автоматизированной информационной системы мониторинга и прогноза состояния геологической среды и сопредельных с ней сред и рассматриваться в качестве основы при принятии решений по управлению береговой зоной.

ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРЛОВСКО-ЕНАКИЕВСКОГО ПРОМУЗЛА

Юровский Ю. Г.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства,
Симферополь, АР Крым, Украина

Город Горловка с населением 272,4 тыс. человек и город Енакиево практически сливаются друг с другом, составляя единый промышленный узел с общим количеством населения 534 тыс. человек (данные 2007 г.). Оба города до предела насыщены промышленными и горнодобывающими предприятиями. К промышленным относятся заводы тяжелого машиностроения (буровые станки, шахтное оборудование). Химическая отрасль представлена концерном «Стирол», химическими комбинатами, коксохимическим заводом. Горнодобывающая отрасль — десятками действующих угольных шахт, обоганительным и ртутным комбинатами.

Поводом проведения срочных исследований по заданию Министерства Геологии Украины послужила гибель шахтеров в забое одной из шахт на глубине 400 м. Причем погибли они не из-за взрыва метана, не обрушения кровли, а от отравления ядовитым веществом, просочившимся с поверхности земли. Позже выяснилось, что этим веществом являлся хлорбензол.

Случилась эта трагедия теперь уже в далеком 1990 г. Но поскольку сведения нигде не публиковались по известным причинам, нам кажется, что пора придать их гласности. Кроме того, по нашим сведениям никаких кардинальных изменений в экологической ситуации региона не произошло.

Методика исследований заключалась в следующем. По профилям, пересекающим города, бурились неглубокие скважина (до 7 м). В процессе бурения через каждый метр отбирались пробы грунта на химический анализ. Интервал опробования почвенного воздуха ограничивался пакером. Проба воздуха откачивалась ручным насосом и в ней последовательно определялся состав газов; радон, торон, CO_2 и метан. На тех же профилях с интервалом 50—100 м проводились замеры методом легкой геофизики — ЕИЭМПЗ

(естественного импульсного электромагнитного поля земли) и уровень радиации прибором СРП.

Причину попадания хлорбензола в шахту и пути его миграции установили довольно быстро. Ядовитое вещество проливалось на землю из прожвальных емкостей концерна «Стирол». Далее, по техногенным просадкам старых шахтных полей оно достигло глубины 400 м. Причем концентрация его в забое была такова, что горноспасатели не смогли достать тела погибших. Поэтому надгробные плиты пришлось поставить над местом их гибели, прямо между жилыми домами.

Из разговора с мэром г. Горловки выяснилось, что администрацию города волнуют, в основном, две проблемы. Первая — постоянные просадки шахтных полей, располагающихся прямо под городом. В довоенных выработках крепь была снята на дефицитное топливо, что привело в настоящее время к повреждению до 70% зданий города. Вторая проблема — подъем загрязненных минерализованных шахтных вод к поверхности земли, вплоть до затопления провалов и других понижений в рельефе. Все эти негативные процессы промышленного Донбасса хорошо известны. Но кроме этого существует и третья проблема — совершенно недопустимый уровень химического загрязнения геологической среды.

Изучение этой проблемы в больших городах, безусловно, важная задача. На Украине исследования загрязнения городских почв в 90—2000 годах проводились с большим размахом и стоили немалых денег. Однако, следует понимать, что достичь положительных сдвигов в улучшении экологической ситуации, выявляя геохимические аномалии, нереально. Загрязнение геологической среды тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими химическими соединениями в городах всегда было, есть и будет. Причем опасность такого загрязнения многими экологами сильно преувеличивается. Продукция с газонов, парков и скверов на прилавки магазинов не попадает и прямо не угрожает здоровью людей. По-настоящему необходимы лишь радоновые съемки.

Что касается Горловско-Енакиевского промузла, здесь положение особое, обусловленное необычной застройкой. Городские кварталы чередуются с терриконами, микрорайонами многоэтажных домов, частными одноэтажными массивами и дачными поселками. На одном из дачных участков отобранная прямо с грядки с редисом проба почвы заставила нас обратить внимание на третью проблему — химическое загрязнение. Количественный химический анализ показал превышение почвенных ПДК для мышьяка в 72 раза, ртути в 46, кадмия в 32 и свинца 27 раз. Какие концентрации токсичных элементов попадут в пищевой продукт нам неизвестно, но явно не малые.

Самый «приятный» экологический сюрприз обнаружился в маленькой рощице, расположенной между городами Енакиево и Горловкой. Радиометр

вдруг начал зашкаливать на самом высоком диапазоне. Уровень радиации составлял рентгены в час. Оконтурить этот участок не удалось. В первый раз мой полевой отряд взбунтовался, покидал все приборы в машину. Затащил туда же меня и спешно покинул эту милую рощу. Причину возникновения этого феномена мы узнали только спустя два года. Оказалось все просто. В конце 70-х годов на глубине около 1000 м там было взорвано некое ядерное устройство, якобы для создания подземного газового хранилища. Геологическое строение участка, осложненное древними разрывными нарушениями, обзавелось новейшими, и стало вполне проницаемым для попадания на поверхность радиоактивной заразы.

Что после этого можно сказать об экологии промузла? Мы оценили ее как катастрофическую. Суммарные показатели таковы, что ее смело надо превращать в зону отчуждения, по примеру Чернобыльской. Но люди там живут и работают. За последние пять лет закрыли несколько нерентабельных угольных шахт, усугубив проблемы с откачкой и утилизацией шахтных вод. Остается лишь привести в конце изрядно заезженный лозунг: «Мы не можем ждать милостей от природы, после того, что с ней сделали!».

В заключение приведем некоторые данные, размещенные на официальных сайтах:

г. Горловка — рождаемость 6,6 на 1 тыс. человек. Смертность 18,0 на ту же тысячу;

г. Енакиево — рождаемость 5,8 на 1 тыс. человек. Смертность 20,6 (по данным 2007 г.).

Нам представляется, что комментарии здесь излишни.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абрамова Т. Т. 5, 8
Автомонов Е. Г. 21
Адясов Я. В. 10
Алампиева Е. В. 54
Валиева К. Э. 5
Власов А. Д. 54
Власов Д. Ю. 54
Габлин В. А. 13
Гавриленко В. В. 10, 15, 18
Голохваст К. С. 21
Горький А. В. 24, 27
Даувальтер В. А. 29
Дрогобужская С. В. 41
Евсина Е. М. 32
Ермилова Т. О. 32
Зеленская М. С. 54
Кашулин Н. А. 29
Каюкова Е. П. 33
Коваленко М. В. 57
Кременецкая И. П. 41
Крутских Н. В. 38
Кубачина Э. Е. 41
Кудрявцева В. А. 40
Куимова Н. Г. 51
Лащук В. В. 41, 44
Луодес Х. 54
Одерова А. В. 47
Ольховая Е. А. 54
Павлова Л. М. 51
Панова Е. Г. 54
Панова Е. Г. 57
Питулько В. М. 60
Полякова Т. Н. 76
Попова Т. А. 54
Радомская В. И. 51
Разгонова С. А. 21
Рыбаков Д. С. 62
Сандимиров С. С. 29
Серебрицкий И. А. 64, 68, 70
Слуковский З. И. 73, 76
Стогова Н. С. 27
Усачева Т. Т. 44
Файтилевич Д. М. 57
Чернышев В. В. 21
Шахвердов В. А. 79
Шведова А. А. 21
Шигаева Т. Д. 40
Юровский Ю. Г. 82
Юсупов Д. В. 51

ОГЛАВЛЕНИЕ

Абрамова Т. Т., Валиева К. Э. ВЛИЯНИЕ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАННОГО ГРУНТОВОГО МАССИВА	5
Абрамова Т. Т. УСТРАНЕНИЕ СОЛЕВЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ИЗВЕСТНЯКОВОЙ КЛАДКИ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО ПАМЯТНИКА XV—XVII ВЕКОВ	8
Адясов Я. В., Гавриленко В. В. РТУТЬ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	10
Габлин В. А. О МИНЕРАЛАХ ПРИ РАДИАЦИОННОЙ ОЦЕНКЕ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ.	13
Гавриленко В. В. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЭКОСИСТЕМ ГОРОДОВ	15
Гавриленко В. В. ПРИРОДНЫЙ КАМЕНЬ В ФОРМИРОВАНИИ ОБРАЗА ГОРОДА	18
Голохваст К. С., Чернышев В. В., Автомонов Е. Г., Разгонова С. А., Шведова А. А. АТМОСФЕРНЫЕ ВЗВЕСИ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ГЕОХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ	21
Горький А. В. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗДОРОВЬЮ ДЕТЕЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ	24
Горький А. В., Стогова Н. С. ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГРУНТАХ НА ГЛУБИНУ	27
Даувальтер В. А., Кашулин Н. А., Сандимиров С. С. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА ПАЛОЯРВИ, ВОДОЗАБОР Г. ЗАПОЛЯРНЫЙ, МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ.	29
Ермилова Т. О. НОВЫЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖИЛОГО ФОНДА	32
Каюкова Е. П. РАДОН В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	33
Крутских Н. В. ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА	38
Кудрявцева В. А., Шигаева Т. Д. ОКСРЕДМЕТРИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ.	40
Лащук В. В., Кременецкая И. П., Дрогобужская С. В., Кубачина Э. Е. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	

ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ МОНЧЕГОРСКОЙ КОТЛОВИНЫ	41
Лащук В. В., Усачева Т. Т. НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ КОЛЬСКОГО КАМНЯ В ПАМЯТНИКАХ И ЗДАНИЯХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	44
Одерова А. В. ЗАВИСИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КРУПНЫХ МЕГАПОЛИСОВ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ	47
Павлова Л. М., Радомская В. И., Юсупов Д. В., Куимова Н. Г. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА г. БЛАГОВЕЩЕНСКА	51
Панова Е. Г., Власов Д. Ю., Луодес Х., Аламписева Е. В., Власов А. Д., Зеленская М. С., Ольховая Е. А., Попова Т. А. ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКОЕ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ ГРАНИТА В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ.	54
Панова Е. Г., Коваленко М. В., Файтилевич Д. М. ПЫЛЬ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	57
Питулько В. М. ГРАНИЦЫ, СТРУКТУРА И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПХС НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ	60
Рыбаков Д. С. МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	62
Серебрицкий И. А. СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	64
Серебрицкий И. А. ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДР САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	68
Серебрицкий И. А. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ПРОБЛЕМЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ.	70
Слуковский З. И. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУБОЙ ФРАКЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛОЙ ГОРОДСКОЙ РЕКИ	73
Слуковский З. И., Полякова Т. Н. БИОАККУМУЛЯЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ БЕНТОСНЫМИ БЕСПОЗВОНОЧНЫМИ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ВОДОТОКОВ (НА ПРИМЕРЕ ОЛИГОХЕТ РЕК Г. ПЕТРОЗАВОДСКА, КАРЕЛИЯ).	76
Шахвердов В. А. НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ И СОПРЕДЕЛЬНЫЕ С НЕЙ СРЕДЫ	79
Юровский Ю. Г. ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРЛОВСКО-ЕНАКИЕВСКОГО ПРОМУЗЛА	82

Научное издание

ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ ГЕОЭКОСИСТЕМ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

Материалы международной конференции

18—19 сентября 2013 года

Компьютерная вёрстка: *В. В. Мещерин*.

Подписано в печать 15.09.2013. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. Печ. Л. 5,12. Тираж 50 экз. Заказ № 5860.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии Санкт-Петербургского
государственного университета
198504, Санкт-Петербург, Старый Петергоф, Университетский пр. 26