

Секция 14

ГЕОЭКОЛОГИЯ

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОСВОЕНИИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Д.В. Волостнов, заместитель начальника; А.М. Адам, начальник департамента
Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Томской области, г. Томск, Россия**

Очень часто разведка и добыча полезных ископаемых сопровождаются интенсивным влиянием на окружающую среду и по этой причине находятся под особым вниманием у общества.

В своей ежегодной речи к Федеральному Собранию президент РФ В.В. Путин отметил, что «сегодня в России на нефтяных промыслах сжигается, по самым минимальным оценкам, более 20 млрд кубометров попутного газа в год...» [7]. Оценка же ежегодно сжигаемого газа в Западной Сибири по некоторым данным превышает 7 млрд м³, что составляет более 35 % [1]. Причины здесь очевидны. Это, прежде всего, неэффективные технологии добычи углеводородов, низкий уровень соблюдения законности, сверхвысокая аварийность. Все это приводит к высоким экологическим издержкам и снижает уровень рентабельности производств.

Действительно, если взглянуть на перечень наиболее «грязных» отраслей в России, то к лидерам, которыми уже длительное время являются черная и цветная металлургия, нефтехимия и электроэнергетика, по уровню негативного влияния на окружающую среду приближаются нефтедобывающая и угольная промышленности, строительная промышленность (в т.ч. добыча общераспространенных полезных ископаемых для нужд строительства), трубопроводный транспорт [6] (таблица 1).

Таблица 1

Итоговый рейтинг воздействия на окружающую среду отраслей экономики России с учетом специфики производства (по 5 признакам) [6]

Отрасль	Объем выбросов в атмосферу	Выброс специфических веществ	Сброс загрязненных сточных вод	Накоплено отходов I – IV классов опасности	Накоплено отходов I – III классов опасности	Сводный коэфф.
Цветная металлургия	0,94	0,47	0,59	1,50	2,00	1,10
Черная металлургия	0,82	0,59	0,71	1,23	1,88	1,05
Электроэнергетика	0,88	0,88	0,76	1,14	1,06	0,94
Химическая и нефтехимическая	0,35	0,41	0,82	1,32	1,76	0,93
ЖКХ	0,71	0,65	1,00	0,98	1,18	0,90
Нефтеперерабатывающая	0,47	0,71	0,47	0,89	1,52	0,81
Нефтедобывающая	1,00 (1)	1,00 (1)	0,06	0,36	1,30 (7)	0,74
Машиностроение и металлообрабатывающая промышленность	0,29	0,29	0,65	0,71	1,42	0,67
Угольная	0,65	0,82	0,53	1,07	0,24	0,66
Строительных материалов	0,41	0,53	0,29	1,41 (2)	0,58	0,64
Прочие отрасли экономики	0,53	0,76	0,41	0,53	0,94	0,63
Сельское хозяйство	-	-	0,88	0,44	1,64	0,59
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	0,24	0,24	0,94	0,62	0,70	0,55
Прочие отрасли промышленности	0,12	0,18	0,35	0,80	0,82	0,45
Трубопроводный транспорт	0,76 (5)	0,94 (2)	-	-	-	0,34
Газовая	0,59	0,35	0,12	0,09	0,36	0,30
Легкая	0,06	0,06	0,18	0,18	0,48	0,19
Пищевая	0,18	0,12	0,24	0,27	0,12	0,19

Томская область относится к регионам с ярко выраженной ресурсной специализацией. По сумме природного капитала, приходящегося на душу населения, составившего в 2005 году - 3959 млрд. руб. [2], Томская область находится в числе лидеров Российской Федерации по природному капиталу и может условно сравниваться с такими странами, как США и Канада.

Основная часть бюджета территории складывается из налоговых поступлений от добычи углеводородов и других полезных ископаемых, использования лесных ресурсов и частичной их переработки. Поэтому рассмотрение существующей ситуации и перспектив развития добывающей отрасли, возникающих при этом рисков, во многом определяет будущую экономическую и связанные с ней социальную и экологическую стратегии развития территории.

Деятельность предприятий первичного и вторичного секторов экономики определяет наличие в области экологических проблем различного характера. Наиболее выражены среди них, такие как, загрязнение поверхностных вод нефтепродуктами и другими веществами, образование значительного количества токсичных отходов, отчуждение и деградация лесных территорий. Достаточно проанализировать отраслевую специализацию загрязнения на территории Томской области. Так, по выбросам в атмосферу от стационарных источников безусловным лидером является нефтегазодобывающий комплекс [7], дающий 78,7 % от общего учтенного объема загрязнителей в условных тоннах. По использованию ресурсов подземных вод второе и третье место делят топливная промышленность (14,7 %) и также нефтедобыча (14,2 %), уступая лишь жилищно-коммунальной сфере (79,4 %). О долговременном негативном влиянии нефтедобычи на водные объекты может свидетельствовать наблюдающийся Томским Гидрометцентром в разные годы более высокий индекс загрязнения водных объектов (далее – ИЗВО) на гидропосте «р. Обь, с. Александровское» по сравнению с гидропостом «р. Обь, г. Колпашево». (рис. 1). При этом одним из основных веществ, определяющим превышение ИЗВО, являются нефтепродукты. По образованию отходов среди промышленных отраслей на первом месте стоит лесное хозяйство и деревообработка (17 %), на втором месте прочно закрепилась добыча нефти и газа (15 %). Таким образом, высокая экономическая активность, сопровождающаяся не менее интенсивным влиянием на природные среды.

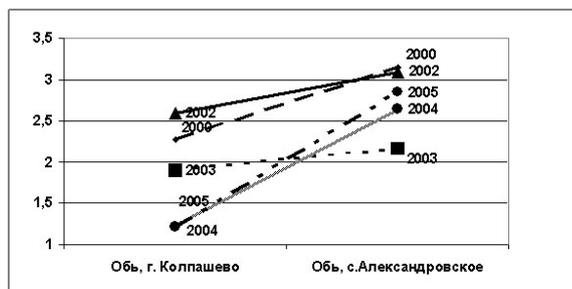


Рис. 1. Индекс загрязнения водных объектов по данным Томского ЦГМС по пунктам наблюдения в с. Александровское и г. Колпашево в 2000-2005

Еще более впечатляющие данные получаются при попытке оценить накопленный экологический ущерб нефтегазодобывающего комплекса за весь период его деятельности на территории Томской области (таблица 2). Например, суммарный выброс загрязнителей в атмосферу превышает 5 млн. т, тогда как суммарный сброс нефтепродуктов на рельеф и в водные объекты измеряется десятками тысяч тонн. Экспертные оценки показывают, что в ближайшем будущем затраты предприятий, связанные компенсацией экологического ущерба, могут составить 2,7 - 6,4% от стоимости одной тонны добытых условных углеводородов.

Таблица 2

Оценка накопленного воздействия нефтегазодобывающего комплекса

Природный объект	Накопленный прошлый экологический ущерб	Экономическая оценка
Атмосфера	Суммарный выброс загрязнителей в атмосферу от объектов НГДК составил за 40 лет – 5,06 млн т.	Ущерб от загрязнения >350 млн руб. (без учета попутного газа)
Поверхностные водоёмы	Общее загрязнение поверхностных вод с учетом плановых утечек, аварий, сбросов нефти при бурении - 0,5-1 тыс. тонн в год	Затраты на рекультивацию 1 га – 0,2 - 1 млн руб.
Почвы	Объем накопленных отходов (без отходов бурения) – 1,09 млн. т. Объем захороненных отходов бурения – 600 м ³ на 1 скв. (более 15 тыс. скв.)	

Анализ перспектив развития добычи полезных ископаемых на территории области показывает возможное существенное увеличение антропогенной нагрузки на природу. Сюда можно отнести такие

важнейшие планируемые мероприятия, как строительство газопровода «Алтай», освоение железорудных месторождений, поиски и разведка запасов углеводородов на правом берегу р. Обь, разведка и расширение добычи на циркон-ильменитовых месторождениях. Истощение запасов нефти на левом берегу р. Оби стимулирует природопользователей интенсифицировать работы по более глубокому изучению своих лицензионных участков а, следовательно, появлению дополнительных источников загрязнения.

Нельзя умолчать и о таком важнейшем экологическом аспекте, как загрязнение земель и водных объектов в результате аварий на трубопроводах. Печальная статистика свидетельствует о резком всплеске количества инцидентов и аварий, сопровождающихся сбросами минерализованных вод и нефти в течение последних лет (рис. 2), при этом 63 % составляют происшествия на нефтепроводах.

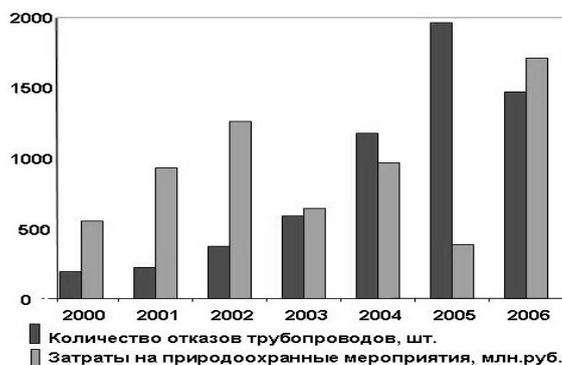


Рис. 2. Количество инцидентов и аварийных ситуаций, а также затраты на проведение природоохранных мероприятий ОАО "Томскнефть" ВНК

В 2005 году на базе экономических и социальных оценок специалистами консалтинговой фирмы «Стратегика», в рамках подготовки Стратегии развития Томской области до 2020 года», был проведен анализ сценариев развития нефтегазодобывающего комплекса на период до 2020 года. Рассматривались три варианта развития событий – пессимистичный (снижение объемов добычи углеводородов до 12 млн т условных углеводородов), реалистичный (стабилизация добычи на уровне 20 млн т у.у.), оптимистичный (увеличение объемов добычи до 30 млн т условных углеводородов).

Одновременно с этим, для выявления экологических рисков, по каждому из сценариев была сделана оценка стратегических воздействий на окружающую среду и экологических рисков, а также на качественном уровне соотнесены выгоды от развития данного сектора экономики и экологических затрат [3]. В результате сделан вывод, что при неблагоприятном или нейтральном сценарии развития отрасли снижение инвестиционной активности может привести к повышению экологических рисков. При наиболее оптимистичном варианте развития событий воздействие на природу увеличится в несколько раз, что вызовет значительное увеличение природоохранных платежей и других расходов. Таким образом, даже снижение добычи углеводородов приведет, в конечном счете, к увеличению экологических издержек и нагрузке на природные комплексы.

Менее тревожные, но схожие по характеру выводы можно сделать по отраслям экономики Томской области, связанным с добычей общераспространенных полезных ископаемых. Среди основных проблем здесь присутствуют различные нарушения законодательства в сфере недропользования, в том числе активная безлицензионная разработка недр и как постоянный сопутствующий фактор отсутствие адекватных мер по восстановлению участков. Такая ситуация определяет ухудшение экологической обстановки на участках, где осуществляется добыча, и деградацию отдельных видов природных ресурсов.

Томская область имеет определенные перспективы развития горнодобывающей отрасли и в связи с этим вопросы охраны окружающей среды уже на сегодняшнем этапе должны занять свое место в соответствующих инвестиционных замыслах.

Экономическая специализация, высокий научный потенциал, опыт применения современных теорий и практик управления при среднесрочном планировании, а также требование сегодняшнего дня в повышении эффективности работы государственных органов подтолкнули руководство региона к осознанию необходимости разработки региональной стратегии развития. В сжатые сроки в течение 2005 г. документ был разработан и принят на заседании Государственной Думы Томской области. В процессе подготовки Стратегии развития Томской области до 2020 г. (далее – Стратегия) и Программы социально-экономического развития Томской области на 2006 - 2010 гг. (далее Программа СЭР), огромное значение было уделено комплексности и сбалансированности целевых установок и приоритетов развития, что приблизило документ к современным Стратегиям европейского уровня [9], базирующимся на принципах устойчивого развития. Стратегия и Программа СЭР включают 9 основных политик, в числе которых экономическая, экологическая, социальная, международная и др.

Поскольку экономическая политика определяет перспективы развития и задает основной его вектор, для уточнения задач в Программе СЭР было проведено соответствующее разделение по отраслям. Особое место в силу вышеуказанных причин заняла экономическая политика Томской области в сфере развития нефтегазодобывающей и горнодобывающей промышленности. Основные ее цели сформулированы следующим образом:

высокий уровень геологической изученности территории и высокая эффективность использования углеводородных ресурсов;

высокий уровень развития перерабатывающих и транспортных мощностей;

полная экологическая безопасность деятельности предприятий добывающей промышленности;

конкурентоспособный инжиниринговый кластер для нефтегазового сектора.

Как видим, уже на уровне целей второго порядка явно прослеживается необходимость экологизации производства и повышение уровня его безопасности для окружающей среды и человека.

Еще более четко эти задачи поставлены в экологической политике Томской области:

безопасное состояние окружающей среды как условие улучшения качества жизни и здоровья населения;

рациональное природопользование и равноправный доступ к природным ресурсам ныне живущих и будущих поколений людей;

общественный контроль в принятии решений в области охраны окружающей среды.

Поставленные цели и задачи в Программе СЭР подкреплены комплексом мер по их реализации и набором индикаторов для отслеживания эффективности их достижения, что позволяет надеяться на решение многих существующих, в том числе названных ранее проблем.

Возвращаясь к посланию Президента РФ, где достаточно жестко прозвучало требование создания системы учета добываемых природных ресурсов, увеличения экологических штрафов и ужесточения лицензионных требований к природопользователям, можно констатировать, что и на национальном уровне появилась необходимость обратить свой взгляд на вопросы охраны окружающей среды при добыче природных ресурсов и их рационального использования. Применительно к реалиям Томской области основные необходимые направления действий всех заинтересованных предприятий и учреждений можно сформулировать следующим образом:

учет экологических издержек при подготовке технико-экономических обоснований и проектов разработки новых месторождений полезных ископаемых (экологические платежи, компенсации за изъятие ресурсов, рекультивация и т.д.);

использование современных эффективных и экологичных технологий добычи углеводородов;

оценка объемов и рациональности использования общераспространенных полезных ископаемых;

систематический государственный геологический контроль за рациональным использованием участков недр, содержащих месторождения общераспространенных полезных ископаемых;

ужесточение мер по соблюдению строительных норм и правил.

В заключение необходимо вспомнить 42 статью Конституции Российской Федерации, которая определяет право каждого на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью, или имуществу экологическим правонарушением. В наше время это краеугольное положение основного российского закона становится все более актуальным.

По данным одной из методик районирования территории России [4] Томская область до сих пор относится к благополучным территориям по сочетанию природной устойчивости, потерям ассимиляционного потенциала и удельного воздействия производства на природу. Мы выгодно отличаемся от Республики Хакасия, Кемеровской и Новосибирской областей, Алтайского края и Ханты-Мансийского автономного округа. Расчет ущерба для здоровья населения от загрязнения окружающей среды, проведенные группой ученых Московского государственного университета показывают, что этот фактор оценивается для Томской области на уровне 3 – 4 % валового регионального продукта. В тоже время, для Кемеровской, Свердловской Челябинской областей, республики Башкортостан этот ущерб составлял от 6 до 10 % валового регионального продукта в разные годы.

Поэтому главная задача томских геологов состоит в том, чтобы сберечь нашу землю для потомков, думать не только о сегодняшних потребностях и использовании щедро отпущенных природой богатств, но и заглядывать в день завтрашний, заботясь о природе и помогая ей восстанавливаться. Важно при этом, не наставить новых барьеров и препон на пути у бизнеса, а создать среду благоприятную для развития чистых экологических производств, безотходных технологий, полноценной реализации человеческих возможностей.

Литература

1. Адам А. М. Теория и методы обеспечения экологической безопасности технологических объектов и территорий в целях устойчивого природопользования на примере Западной Сибири. Диссертация на соискание ученой степ. доктора тех. наук. - Томск, 2003 г.
2. Индикаторы устойчивого развития Томской области, 2007.
3. Интегрированная оценка Стратегии развития Томской области до 2020 г.
4. Методика районирования России по основным сочетаниям природного потенциала и экологических издержек производства. – М.: Минэкономразвития РФ.
5. Обзор состояния окружающей среды в Томской области, 2007.
6. Отчет по проекту Всемирного Банка в России «Chemical Sector Pollution Abatement Initiative (IO2047414)» (оценка прошлого экологического ущерба)». - Москва, 2006.
7. Послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному собранию, 2007.
8. Стратегия развития Томской области. Стратегический анализ. – Томск: ООО «Стратегика», 2005. – Том 2.
9. Томск обнаружил стратегические цели // Региональная деловая газета "Континет Сибирь", 07.10.2005.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ СВИНЦА ОСАДОЧНЫМИ ПОРОДАМИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА**Е.С. Белецкая, Н.В. Белоус**

Научный руководитель профессор А.А. Кроик

Днепропетровский национальный университет, г. Днепропетровск, Украина

Породная толща является составной частью ландшафтной оболочки Земли, в которой протекают геохимические процессы, связанные с миграцией атомов химических элементов. По определению А.Е. Ферсмана, «под термином миграции подразумевается комплекс процессов, которые ведут к перемещению химического элемента в пространстве с изменением его концентрации на данном участке и накоплением или рассеянием на других участках» [1]. Основные геохимические реакции и процессы, протекающие в ландшафтной оболочке и обуславливающие миграцию, следующие:

взаимодействие горных пород с растворами;

взаимодействие горных пород и природных вод с газами атмосферы и биосферы;

влияние человека на окружающую среду, изменение протекания геологических и геохимических процессов земной коры в результате хозяйственного использования природных ресурсов.

Миграция элементов может происходить в условиях смены формы их существования, без изменения формы и быть смешанной. Снижение миграционной способности элементов, поступающих в ландшафт, обусловлено наличием в породной толще геохимических барьеров, на которых происходит поглощение, и которые определяют соответствующие минералого-геохимические формы связывания элементов. Известно, что основными геохимическими барьерами являются присутствующие в породах водорастворимые соединения (преимущественно сульфаты и хлориды), ионы обменного комплекса, карбонаты и труднорастворимые сульфаты, оксиды и гидроксиды железа, марганца, алюминия и кремния, органическое вещество, глинистые минералы, сульфиды.

В зависимости от конкретных ландшафтно-геохимических или литолого-геохимических условий часть приведенных форм может отсутствовать. Протекание геохимических процессов в ландшафтах в условиях техногенеза имеет определенную специфику, связанную, в первую очередь, со значительно большими, чем в ненарушенных условиях, количествами мигрирующих элементов [3, 5].

Наличие и величина геохимических барьеров, а также тип мигрирующего элемента, определяют предельные возможности пород при связывании мигрантов. Количественной характеристикой, отражающей эти возможности, является предельная сорбционная емкость пород, представляющая предельную массу мигранта, которую может сорбировать единица массы породы. В естественных условиях величина связывания мигранта значительно ниже предельной сорбционной емкости. Достижение предельной сорбционной емкости возможно фактически только в условиях техногенеза.

Создание неблагоприятных экологических условий при повышении техногенной нагрузки приводит к необходимости предсказания протекания геохимических процессов, связанных с поступлением в окружающую среду веществ техногенного происхождения. В связи с этим возникает проблема оценки защитных свойств геологической среды, определение сорбционной емкости пород и факторов, ее обуславливающих.

В представленной работе была сделана попытка получить зависимость предельной сорбционной емкости осадочных пород по отношению к свинцу от характеристик, определяющих состав пород. Всего было проанализировано 48 образцов глин, суглинков и супесей, отобранных в Запорожской и Одесской областях. Для получения количественных оценок факторов, обуславливающих геохимические барьеры, были определены:

величина и состав водорастворимого комплекса пород, рН водной вытяжки;

содержание в породах карбонатов кальция и магния;

емкость катионного обмена (ЕКО) пород;

содержание в породах кальция, железа и марганца.

Результаты показали, что образцы отличаются высоким содержанием алевритовой фракции и карбонатов, в основном кальция. Задача получения оценки зависимости одного признака от нескольких характеристик решается, как правило, методами корреляционного и регрессионного анализов. Математическое выражение полученной таким образом зависимости представляет собой стохастическую модель, которая не отражает причинной связи между параметрами, но дает возможность оценить и прогнозировать величину определяемой характеристики.

Основным требованием к выбору параметров, которые могут быть использованы при получении оценки определенного признака, является существование корреляционной связи между изучаемым признаком и теми, влияние которых предполагается существенным, и отсутствие таковой между факторами, влияние которых изучается. В отношении практического использования модели есть дополнительное условие – факторы должны иметь физическую интерпретацию и отражать механизм изучаемого процесса (корректировать или уточнять) [2].

Корреляционный анализ характеристик пород показал высокую степень их коррелированности и различие корреляционных зависимостей для разных типов пород. Для глин определена значимая корреляционная связь между содержанием карбонатов (главным образом кальция) и содержанием кальция, железа, водорастворимых солей, между величинами емкости катионного обмена и содержанием карбоната магния. Для суглинков наличие значимых коэффициентов корреляции было существенно меньшим, корреляционные связи оказались в основном отрицательными. Значимая положительная корреляция наблюдалась между величинами содержания кальция и карбонатов, содержанием железа и водорастворимых солей, отрицательная – между содержанием железа и кальция и карбонатов кальция и магния, величиной емкости катионного обмена и содержанием карбонатов кальция и магния. Супеси, в противоположность суглинкам, отличались множественными корреляционными связями. Наблюдалась значимая корреляционная связь между общим

содержанием карбонатов и не только содержанием кальция, но и содержанием магния. Также наблюдалась значимая положительная корреляционная связь между величиной емкости катионного обмена, содержанием железа и карбонатов как кальция, так и магния. Очень высокая степень корреляционной зависимости наблюдалась между величиной емкости катионного обмена и содержанием водорастворимых солей.

Для определения существенности различий была выполнена оценка статистической достоверности различия состава пород, чтобы обосновать возможность получения одной модели накопления свинца для всех типов пород. Вследствие отсутствия информации о статистическом распределении рядов характеристик, оценка была выполнена с помощью непараметрического критерия Ван-дер-Вердена [4]. Критические значения при уровне доверительной вероятности 0,95 составили: для рядов «глины – суглинки» – 2,82, для рядов «глины – супеси» – 2,68, для рядов «суглинки – супеси» – 3,40. Результаты расчетов доказали статистическую неоднородность рядов характеристик глин и суглинков (критическое значение превышено, например, для величин содержания карбонатов, марганца, кальция, емкости катионного обмена, рН водной вытяжки), суглинков и супесей (критическое значение превышено для величин содержания карбоната кальция, гидрокарбонатов, емкости катионного обмена). Таким образом, с вероятностью 0,95 ряды характеристик, обуславливающих поглощение породами свинца, оказались статистически неоднородными.

В соответствии с полученными результатами оценки однородности рядов расчеты регрессионных зависимостей предельной сорбционной емкости от характеристик пород проводились для каждого типа пород отдельно. Значимые коэффициенты моделей и уровни их значимости приведены в таблице. При расчетах моделей коэффициенты множественной корреляции между величинами предельной сорбционной емкости пород по отношению к свинцу и характеристиками пород составили 0,98 - 0,99, оцененный уровень значимости достоверности моделей – от 0,04 до 0,09. Самая высокая адекватность модели фактической зависимости наблюдалась для супесей, самая низкая – для глин.

Таблица

Параметры регрессионных моделей определения предельной сорбционной емкости пород по отношению к свинцу

Фактор	Глины		Суглинки		Супеси	
	a	t	a	t	a	t
Са _{карб.} %	–	–	–	–	28,26	5,23
Mg _{карб.} %	–	–	–	–	-55,48	-2,51
Сумма карбонатов, %	-7,00	-1,31	9,60	2,99	–	–
С _{общ.} %	69,20	2,97	29,34	4,17	–	–
Fe, %	27,45	0,67	303,66	3,46	-39,82	-1,03
Mn, %	-514,31	-1,99	-575,54	-2,57	-300,12	-2,00
Сумма солей, %	–	–	-431,22	-2,98	81,11	1,89
ЕКО, мг*экв/г	11,17	0,12	-418,71	-2,01	206,21	2,61
Содержание глины, %	–	–	6,20	2,07	11,82	3,91
Стандартная ошибка	22,53		9,38		3,22	

Примечание: a – значимый коэффициент модели, t – значимый коэффициент Стьюдента

Расчитанная с помощью модели и экспериментально полученная зависимости предельной сорбционной емкости от состава пород для суглинков представлены на рисунке.

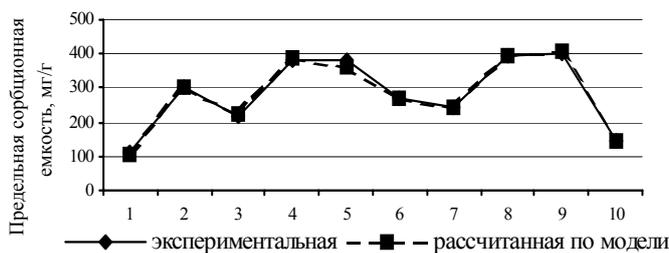


Рис. Экспериментально определенная и рассчитанная предельная сорбционная емкость суглинков по отношению к свинцу

Литература

1. Лукашев К.И. Геохимическое поведение элементов в гипергенном цикле миграции. – Минск: Наука и техника, 1969. – 463 с.
2. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
3. Сает Ю.Е. Вторичные геохимические ореолы при поисках рудных месторождений. – М.: Наука, 1982. – 167с.
4. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. – М.: Медицина, 1989. – 304 с.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МИГРАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СВИНЦА И КАДМИЯ
В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ****В.А. Белецкая, О.В. Шевченко**

Научный руководитель профессор А.А. Кроик

Днепропетровский национальный университет, г. Днепропетровск, Украина

Попадая в геосистемы химические вещества, в частности тяжелые металлы, в зависимости от своей реакционной способности начинают взаимодействовать друг с другом, образуя при этом соединения устойчивые в природной среде. Поверхность твердой фазы играет очень важную роль в физико-химическом извлечении тяжелых металлов из водной среды. При техногенной миграции тяжелых металлов в геосистемах за счет процессов сорбции, осаждения и соосаждения происходит их накопление в породах. Основой оценки загрязнения пород тяжелыми металлами является количественная характеристика их элементарного состава. При этом большое внимание уделяется формам связывания металлов в породах

Целью работы была сравнительная оценка потенциальной миграционной способности свинца и кадмия после поглощения их осадочными породами в условиях повышенной техногенной нагрузки.

Методом лабораторного моделирования изучалось взаимодействие осадочных пород различного литологического и химического состава с растворами солей металлов. Техногенная нагрузка задавалась концентрацией солей металла в растворе: для свинца она изменялась в диапазоне от 50 до 500 мг/дм³, для кадмия – от 20 до 200 мг/дм³. В породах, подвергшихся техногенному воздействию, определялось количественное распределение тяжелых металлов по фракциям методом последовательной многоуровневой десорбции по следующей схеме:

первый этап – определение водорастворимой фракции: однократная вытяжка дистиллированной водой, соотношение фаз – 1:20, время контакта – 5 мин;

второй этап – определение обменносорбированной фракции: однократная обработка 3% раствором хлорида калия, соотношение фаз - 1:20, время контакта – 30 мин;

третий этап – определение сульфатно-карбонатной фракции: пятикратная обработка уксусно-ацетатным буферным раствором (рН=4,2), соотношение фаз – 1:100, время контакта – 1 ч;

четвертый этап – определение фракции, связанной с оксидами марганца и аморфными гидроксидами железа: трехкратная обработка реактивом Честера [1], соотношение фаз – 1:100, время контакта – 1 ч;

пятый этап – определение фракции, связанной со слабо окристаллизованными окислами железа: трехкратная обработка реактивом Тамма [1], соотношение фаз – 1:100, время контакта – 1 ч.

Среди форм нахождения тяжелых металлов в осадочных породах определенное место занимают обменные формы. Поглощающий комплекс пород является потенциальным источником катионов (реже анионов), которые в результате разных процессов сравнительно легко и быстро мобилизуются и переходят в раствор. Поэтому, хотя обменные катионы и входят в состав твердой фазы, они владеют значительно большей миграционной способностью, чем необменные. Соответственно существующим представлениям [2, 3] именно легкорастворимые и обменные формы относятся к подвижным (мобильным) и играют главную роль в формировании миграционного потока компонентов-загрязнителей. С другой стороны, именно обменные катионы могут при изменении физико-химических условий или химического состава стоков или фильтратов из отходов привести к тому, что "закрепленные элементы" (тяжелые металлы) могут снова переходить у воды, которые фильтруются, что приведет к вторичному загрязнению окружающей среды.

В связи с многофункциональной ролью обменных процессов в трансформации тяжелых металлов в условиях антропогенной нагрузки была установлена их роль в системе "порода - техногенный раствор" для разных типов осадочных пород. Экспериментальное исследование пород после моделирования техногенного загрязнения показало, что процессы ионного обмена свинца с поглощающим комплексом пород более всего характерны для супеси, несмотря на небольшое значение емкости катионного обмена (14,9 мг-экв/100г). Было установлено, что для малокарбонатных супесей и глины (содержание карбонатов 3,7 и 7,9% соответственно) количество свинца, поглощенного породами в обменносорбированной форме (x), имеет высокую корреляционную связь ($r=0,99$) с уровнем техногенной нагрузки (y) и аппроксимируется уравнениями: для супеси $y = 0,22x - 0,97$; для глины $y = 0,004x + 0,02$.

В карбонатных породах (содержание карбонатов 16,6 – 28,3 %) корреляция между количеством обменного свинца и уровнем техногенной нагрузки меньшая: $r = 0,6$ в лессовой породе и $r = 0,85$ в глине карбонатной. В этих породах преобладают, очевидно, другие процессы трансформации металла. Значительное содержание карбонатов кальция и магния в породах приводит к тому, что процессы осаждения карбонатных соединений свинца становятся превосходящими над процессами ионного обмена.

Анализ полученных результатов показывал, что поглощение ионов свинца из раствора и закрепление металла в твердой фазе при трансформации его в системе "порода – техногенный раствор", прежде всего, связано с образованием труднорастворимых карбонатных и сульфатных соединений свинца и растворением кальцита и гипса в породе. Это отображается на росте концентрации ионов кальция в растворе и уменьшении количества десорбированного кальция на стадии выделения карбонатно-сульфатной фракции. Процент карбонатно-сульфатной фракции свинца в осадочных породах, подвергшихся техногенному загрязнению, очень высокий для всех исследованных пород: от 83,6 % в супеси и до 98 % в лессе и карбонатной глине. В карбонатных породах преимущественно образуется карбонат свинца, для некарбонатных более типичное связывание свинца в виде сульфатных соединений.

Установлено, что для кадмия процессы ионного обмена в глинах имеют больше количественные показатели, чем в лессовой породе. По результатам экспериментального моделирования антропогенного загрязнения пород была определена зависимость количества обменного кадмия в породах (y) от техногенной

нагрузки (x). Для глин, в которых содержание карбонатов не превышает 8%, эта зависимость имеет вид: $y = 0,4x - 0,15$. В изученных карбонатных породах (лессе и глине) она описывается следующим уравнением: $y = 0,06x + 0,88$.

Как показали наши исследования, при значительной техногенной нагрузке в породах наряду с приведенными выше преобразованиями происходит также закрепление свинца и кадмия в прочносвязанной геохимической форме. Скорее всего, вся такая трансформация связана с процессами изоморфного замещения некоторых ионов ионами тяжелых металлов в решетках алюмосиликатов. Образование твердых растворов также является признаком изоморфных превращений в системе. Было установлено, что при трансформации геохимических форм кадмия в системе "порода - техногенный раствор" наряду с растворением карбоната кальция и магния (магнезита) и образованием минеральной фазы карбоната кадмия на поверхности карбонатов кальция происходит хемосорбция ионов кадмия с образованием труднорастворимых соединений, возможно твердых растворов, которые не растворяются использованными во время десорбции специфическими реагентами. Все поглощенное породой и неизвлеченное в процессе десорбции количество кадмия было отнесено к остаточной фракции. Зависимость количество кадмия в остаточной фракции (y) от техногенной нагрузки (x) имеет вид: в лессовой породе $y = 0,81x - 2,0$; в глине $y = 0,44x - 1,7$.

И для свинца, и для кадмия типично закрепление в породах также на аморфных оксидах и гидроксидах железа и марганца и слабокристаллизованных оксидах железа. По результатам десорбции определено, что при трансформации свинца и кадмия в системе "порода - техногенный раствор" накопление обоих исследованных металлов в породной фракции, связанной с аморфными оксидами и гидроксидами железа и марганца, а также слабокристаллизованными оксидами железа, незначительно. В большинстве модельных экспериментов количество металла в этой фракции не превышало 2-3 %.

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что уровень техногенной нагрузки влияет не только на количество поглощенного металла, но и на распределение его между фракциями. Для оценки экологического риска и потенциальной миграционной способности металла, поглощенного породой, предложено употреблять новый показатель - коэффициент миграционной способности (k_m). Этот показатель определяется как соотношение между количеством подвижных и прочносвязанных форм металла в породе.

Коэффициент миграционной способности является общей характеристикой процессов трансформации, т.е. он определяет свойства как металла, так и породы. С его помощью можно проводить сравнение потенциальной миграционной способности разных металлов в осадочных породах и разных пород относительно определенного металла. Так, например, кадмий по сравнению со свинцом характеризуется большими величинами k_m . В условиях модельных экспериментов коэффициенты миграционной способности для свинца изменялись в пределах от 0,006 до 0,2 для разных осадочных пород при уровне техногенной нагрузки от 3 до 50 мг/г. Для кадмия определенные коэффициенты миграционной способности представляют от 0,2 до 0,79 при модельной техногенной нагрузке от 3 до 15 мг/г. То есть можно сделать вывод, что кадмий потенциально более миграционноспособный, чем свинец. Для кадмия характерен более высокий экологический риск вторичного загрязнения.

Установлена общая закономерность снижения коэффициентов миграционной способности свинца и кадмия в карбонатных породах при увеличении техногенной нагрузки. Например, в карбонатных породах, которые испытали техногенную нагрузку загрязнения свинцом от 3 до 10 мг/г, величины k_m для свинца составляют от 0,04 для лесса до 0,1 для глин. При увеличении техногенной нагрузки в 5 раз коэффициенты миграционной способности для свинца уменьшаются в 3-5 раз и составляют 0,008 - для лессовой породы и 0,03 для глин. Для кадмия величины k_m при увеличении техногенной нагрузки от 3 до 15 мг/г изменяются с 0,33 до 0,21 в лессовой породе, с 0,42 до 0,24 в глине карбонатной.

Для свинца в супеси с ростом нагрузки, наоборот, характерен рост величины коэффициента миграционной способности. Так при увеличении техногенной нагрузки в 2 раза (от 8 до 16 мг/г) величины k_m для свинца в супеси тоже увеличиваются с 0,14 до 0,20. Наибольшие величины коэффициентов миграционной способности кадмия установленные для глин, которые характеризуются высокой емкостью катионного обмена (от 40 до 86 мг-экв/100г). Величины k_m для кадмия в этих породах составляют от 0,6 до 0,65 при техногенной нагрузке от 3,5 до 4,5 мг/г и увеличиваются на 20% в пределах от 0,72 до 0,79 с ростом нагрузки до 15 мг/г.

Проведенные исследования количественных соотношений геохимических форм нахождения металлов в загрязненных породах позволяют прогнозировать процессы закрепления металлов в породах и процессы образования минералов на техногенных барьерах во время миграции тяжелых металлов в геологической среде, предсказывать и предупреждать возможные экологические риски вторичного загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Сает Ю.Е. Изучение форм нахождения элементов во вторичных потоках рассеяния. - М.: ВИЭМС, 1974. - 44 с.
2. Яблонская Д.А. Формы нахождения тяжелых металлов в почвах и техногенных месторождениях // Вестник МГУ. - Москва. Сер. 4. Геология. 2003. - №4. - С. 67 - 71.
3. Самчук А.И. и др. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах // Минералогический журнал - Киев, 1998. - № 2. - С.48 - 59.

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕРХОВОГО ТОРФА ЮГА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.М. Беляева

Научные руководители профессор С.И. Арбузов, профессор Л.П. Рихванов
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В практике экологических исследований существуют несколько методов исследований и мониторинга загрязнения атмосферного воздуха: аспирационный - непосредственно замеры концентрации загрязняющих веществ с помощью специального оборудования; седиментационный - атмогеохимические исследования (снеговая съемка, исследования с помощью стратифицированных образований, таких как ледники, торфяники и т.д.).

Метод исследований загрязнения атмосферы с помощью верхового торфа является не достаточно распространенным, хотя имеет ряд преимуществ: большая распространенность болотных массивов в России (запасы торфа в России составляют около 70 % мировых ресурсов); расположение болот в зоне умеренного климата северного полушария, где отмечается наибольшее концентрирование загрязняющих компонентов [6]; свойство торфа удерживать различные химические элементы, препятствуя их миграции; возможность оценить динамику пылеаэрозольных выпадений по небольшому количеству проб.

Основная промышленность Томской области сосредоточена в южной ее части. Основным узлом существования сложных экологических проблем Томского района является Северный промышленный узел (СПУ), охватывающий территорию север-северо-восточного и частично восточного секторов относительно Томск-Северской промышленной агломерации [5]. С учетом преобладающего направления ветра для исследований были выбраны верховые болота Петропавловский рям и Водораздельное. Для сравнения были использованы данные по болотам Кирсановское [2], Икисинское и Бакчарское (пробы торфа Прейс Ю. И., Институт климатических и экологических систем). Расположение болот представлено на рис. 1.

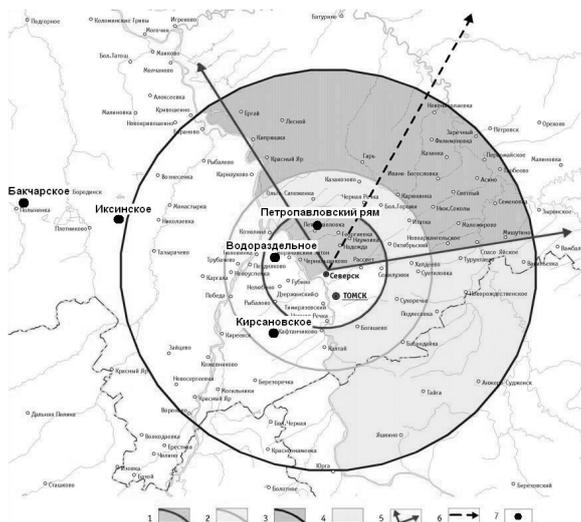


Рис. 1. Схема расположения объектов исследования (в качестве фона использована схема зон воздействия СХК [5])

В целом верховой торф отличается крайне низкими содержаниями элементов-примесей. Тогда как в разрезе торфяника Петропавловский рям, начиная с глубины 25 - 30 см, отмечаются повышенные содержания всех химических элементов, по сравнению с более глубокими интервалами, а также в сравнении с торфом других исследуемых болот (таблица, рис. 2).

Согласно нашим датировкам [1] верхний интервал 23 см болота Петропавловский рям соответствует середине XX в., моменту, с которого началось активное развитие промышленности в Томске. За счет преобладающего северного, северо-западного направления ветра болото Петропавловский рям больше других подвержено антропогенному воздействию (рис. 1). В разрезе вертикального распределения элементов-примесей отчетливо наблюдается повышение их содержания с глубины 25-30 см (рис. 2).

Мощными источниками загрязнения атмосферы на юге Томской области являются котельные, большинство которых работает на угле. Экологическая ситуация на юге Томской области во многом определяется работой ядерного производства в г. Северске – предприятия по производству оружейного плутония – Сибирского химического комбината (СХК). СХК является основным источником радиоактивного загрязнения окружающей среды территории Томской области.

По данным распределения радиоактивного изотопа цезия в разрезе торфа Петропавловский рям отмечаем три пика его активности. Болото Кирсановское характеризуется одним максимумом активности Cs-137, соответствующему периоду интенсивных испытаний ядерного оружия в начале 60-х гг. [2] (рис. 3). Отмеченные пики активности в сечении торфяника Петропавловский рям соотнесены нами со следующими временными

интервалами: 17 - 19 см – период испытаний ядерного оружия в атмосфере; 13 - 15 см – зафиксированное [4] выпадение радионуклидов в 1975 г.; 7 - 9 см – авария на СХК в 1993 г.

Таблица

Средние содержания некоторых элементов-примесей в торфах исследуемых болот

Элементы	Глубина, см	Среднее содержание элементов-примесей, мг/кг				
		Иксинское (68 проб)	Бакcharское (61 проба)	Кирсановское [2] (17 проб)	Водораздельное (31 проба)	Петропавловский Рям (38 проб)
Cr	50	5,41	2,77	3,97	9,06	14,74
	50-100	2,49	3,01	1,44	7,09	6,19
Co	50	1,29	1,11	0,87	0,81	2,77
	50-100	0,98	1,12	0,27	0,55	0,81
Cs	50	0,22	0,31	0,22	0,19	0,92
	50-100	0,09	0,26	0,03	0,14	0,12
La	50	1,48	1,00	1,42	2,22	3,74
	50-100	0,67	1,02	0,32	1,40	0,98
Ce	50	2,51	2,66	-	2,23	9,08
	50-100	1,23	2,52	-	1,63	2,43
Th	50	0,41	0,27	0,38	0,33	1,67
	50-100	0,20	0,32	0,08	0,32	0,43
U	50	0,16	0,08	0,22	0,66	0,66
	50-100	0,10	0,03	0,04	0,41	0,24

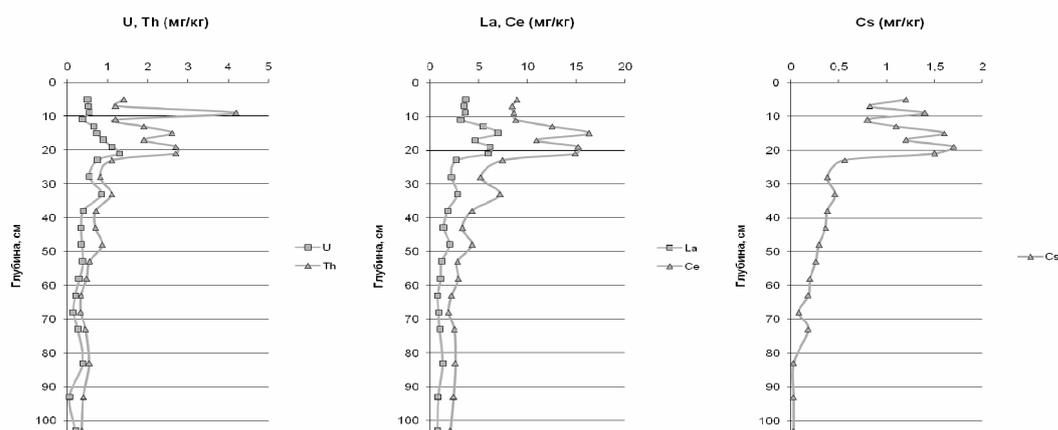


Рис. 2. Распределение редких и радиоактивных элементов в вертикальном профиле торфа болота Петропавловский рям

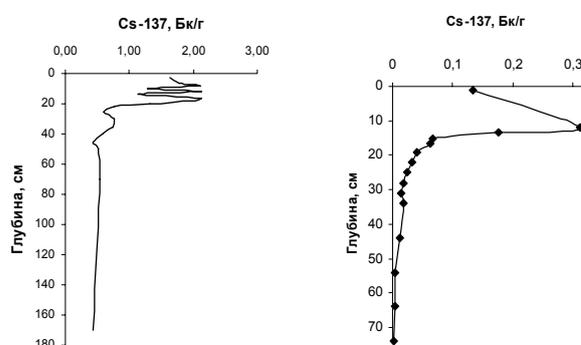


Рис. 3. Распределение ^{137}Cs в профиле торфяников Петропавловский рям и Кирсановское [2]

Радиационное воздействие СХК на окружающую среду, подтвержденное многими данными [3-5 и др.] хорошо фиксируется в торфяных залежах, в которых «записывается» хронология загрязнения.

Литература

1. Беляева А. М. Цезий в верховых торфах юга Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: Труды X Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2006. – Т.3. – С. 22 – 23.
2. Гавшин В.М., Сухоруков Ф.В., Мельгунов М.С., Бобров В.А. Свидетельства фракционирования химических элементов в атмосфере Западной Сибири по данным исследования верхового торфяника // Геохимия. – М., 2003. – Т. 43. – № 12. – С. 1337–1344.
3. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиозкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 383 с.
4. Рихванов Л. П., Архангельская Т. А., Несветайло В. Д. Изучение уровня и динамики накопления делящихся радионуклидов в годовых кольцах деревьев // Геохимия. – М., 2002. – № 11. – С. 1238 – 1245.
5. Рихванов Л. П., Язиков Е. Г., Сухих Ю. И. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. – Томск, 2006. – 216 с.
6. Сапожников Ю. А., Алиев Р. А., Калмыков С. Н. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 286 с.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

А.В. Вельш

Научный руководитель доцент М.П. Чубик

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Все объекты в нефтегазовой отрасли при соответствующих условиях загрязняют окружающую среду множеством опасных вредных веществ разной экологической значимости. Помимо природных углеводородов, их спутников, продуктов переработки в составе загрязнителей также содержатся многочисленные реагенты, катализаторы, ПАВ, ингибиторы, щелочи, кислоты, вещества, образующиеся при сжигании, химическом превращении и т.д. К наиболее распространенным загрязнителям атмосферы при добыче, подготовке, транспортировке и переработке нефти и газа, а также при их сгорании относятся сернистый ангидрид, сероводород, окислы азота, углеводороды. Основные вредные выбросы этих веществ при добыче нефти и газа происходят при аварийном фонтанировании, опробовании и испытании скважин, испарениях из мерников и резервуаров, разрывах трубопроводов, очистке технологических емкостей, на установках комплексной подготовки и очистных сооружениях [3].

Рассмотрим основные вредные компоненты нефтегазодобычи подробнее [1, 2, 4].

Углеводороды. Токсичность нефтепродуктов и выделяющихся газов определяется сочетанием углеводородов, входящих в их состав. Токсичность смеси углеводородов в составе нефтепродуктов выше токсичности отдельных компонентов смеси. По составу нефти разделяют на парафиновые, ароматические, нафтеновые. Парафиновые углеводороды вызывают кариоз и судороги; ароматические и нафтеновые - действуют на кровь и кровеносные органы. При хроническом действии летучих бессернистых нефтей на человека отмечаются функциональные изменения центральной нервной системы, низкое кровяное давление, замедление пульса, а также признаки поражения печени, наличие холестерина в крови, повышенная склонность к заболеванию. Значительно возрастает токсичность нефтепродуктов при переработке сернистых и высокосернистых нефтей. При работе с многосернистыми нефтями рабочие часто жалуются на слабость, утомляемость, головную боль, усиливающуюся во время работы, тревожный сон, раздражительность, головокружение, неприятные ощущения в области сердца, иногда нарушение чувствительности в конечностях. Отмечается также некоторая заторможенность, забывчивость, рассеянность, ослабляется обоняние, появляется дрожь языка и пальцев, нарушается функция печени, щитовидной железы, наблюдаются повышение содержания серы в крови, поражение слизистых оболочек, хронические конъюнктивиты. Наиболее вредной при переработке нефтей, содержащих сернистые соединения, является комбинация углеводорода и сероводорода. Комбинированное действие углеводородов и сероводорода проявляется быстрее, чем при изолированном действии углеводородов. Действие на организм углеводородных компонентов в сочетании с сероводородом многообразно, но, прежде всего, страдает центральная нервная система.

Сырая нефть. Действие на организм паров сырой нефти зависит от ее состава. Нефть, бедная ароматическими углеводородами, по действию приближается к бензинам. Пары сырой нефти малотоксичны. Большее воздействие оказывает соприкосновение с жидкой нефтью кожи человека, вследствие чего могут возникать дерматиты и экземы.

Предельные углеводороды. Они химически наиболее инертны среди органических соединений и являются в то же время сильнейшими наркотиками. Действие их ослабляется ничтожной растворимостью в воде и крови, вследствие чего только при высоких концентрациях создается опасность отравления этими веществами. С увеличением числа атомов углерода сила наркотического действия растет. Характерна неустойчивость реакций центральной нервной системы, возникающих под влиянием паров некоторых предельных углеводородов. Такое действие проявляется не только при высоких концентрациях, но и при воздействии низких, пороговых. Постоянный контакт с предельными углеводородами вызывает покраснение, зуд и пигментацию кожи.

Природный газ. Обычно рассматривается как безвредный. Действие его идентично действию предельных углеводородов. Главная опасность связана с удельным при недостатке кислорода. Это может происходить при большом содержании метана в воздухе, когда парциальное давление и удельное содержание кислорода резко уменьшаются. В то же время, природные газы, содержащие H_2S , очень токсичны. Известно большое число тяжелых и молниеносных отравлений этими газовыми смесями.

Оксид углерода. Вытесняет кислород из оксигемоглобина крови, образуя карбоксигемоглобин. Кроме того, в присутствии оксида углерода в крови ухудшается отдача кислорода тканями. При содержании 0,04 % CO в воздухе более 30 % гемоглобина крови химически связано с CO; при 0,1 % соответственно 50 %; при 0,4% более 80%; при 0,5% смерть наступает через 2 - 3 вдоха. Повышенное содержание CO в воздухе при высоких уровнях загрязнения атмосферы (0,1 %) нарушает сердечно-сосудистую функцию у работающих. Оно смертельно опасно для людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями. Содержание CO в атмосфере при концентрации 0,1 % в 35 раз увеличивает смертность больных острым инфарктом миокарда и т. д.

Сероводород. В организм сероводород поступает главным образом через органы дыхания и в небольших количествах через кожу и желудок. При вдыхании сероводород задерживается преимущественно в верхних дыхательных путях. При соприкосновении с влажной поверхностью слизистых оболочек H₂S реагирует с щелочами, образуя сульфид натрия, оказывающий раздражающее действие. Но главное токсическое действие сероводорода проявляется не в раздражении слизистых оболочек, а в его общем действии на организм. В настоящее время можно считать установленным, что в основе токсикодинамики сероводорода лежат три процесса: действие на центральную нервную систему, на окислительные процессы и на кровь. В небольших количествах сероводород угнетает центральную нервную систему, в умеренных - возбуждает, в больших - вызывает паралич, в частности дыхательного и сосудистого центров. Изменения эти во многих случаях функциональны и обратимы. Сероводород оказывает токсичное действие на механизмы окислительных процессов. Снижается способность крови насыщаться кислородом. При хроническом отравлении сероводородом способность гемоглобина к поглощению кислорода снижается до 80 - 85 %, при остром - до 15 % [5].

Меркаптаны. Высокотоксичные, сероорганические соединения, образующиеся при термическом воздействии на нефтесодержащую серу. Меркаптаны - сильные нервные яды, обладающие наркотическим действием, вызывают паралич мышечных тканей, в малых концентрациях вызывают тошноту, головные боли, при более высоких концентрациях появляются рвота, понос, судороги.

Диоксид серы. Сернистый газ раздражает дыхательные пути, образуя на их влажной поверхности серную и сернистую кислоты. Он оказывает общее токсическое действие, нарушает углеводородный и белковый обмен. При концентрации 20 - 60 мг/м³ раздражает слизистые оболочки дыхательных путей и глаз (чихание, кашель, покалывание в носу); при 120 мг/м³ - вызывает одышку, синюшность; человек переносит эту концентрацию только в течение 3 минут; при воздействии в течение 1 минуты SO₂ в концентрации 300 мг/м³ человек теряет сознание. Сернистый газ способствует образованию метгемоглобина. Вызывает изменение костной ткани. Доказана зависимость частоты острых респираторных заболеваний, хронических заболеваний легких у взрослых и у детей от загрязнения атмосферного воздуха сернистым ангидридом. Концентрация диоксида серы, равная 20 мг/м³, вызывает изменение в высшей нервной деятельности при затравке по 3,5 мг/м³ в день в течение 1,5 месяцев; концентрация 5 мг/м³ также оказывает заметное действие, а при концентрации 2,5 мг/м³ изменений не отмечалось. Порог рефлекторного действия газа на функциональное состояние коры головного мозга лежит на уровне 0,6 мг/м³ [1, 5].

Таким образом, воздействие объектов нефтегазового комплекса на природу обусловлено токсичностью природных углеводородов и их спутников, разнообразием химических веществ, используемых в технологических процессах, а также все возрастающим объемом добычи нефти и газа, их подготовки, транспортировки, хранения, переработки и разнообразного использования [2, 3, 4].

Несмотря на то, что нефтегазовая отрасль по сравнению с другими отраслями народного хозяйства не является мощным источником загрязнения окружающей природной среды, количество вредных выбросов достаточно велико и, в ряде случаев, опасно изменяет химический состав атмосферы, создавая угрозу отравления для жителей больших городов и промышленных центров. Защита окружающей среды предполагает заблаговременную количественную оценку уровня ее загрязнения нефтью. Отсутствие научно обоснованного метода прогноза ожидаемых изменений в экологическом состоянии природы вынуждает проводить в настоящее время в больших масштабах природоохранные мероприятия без достаточного обоснования и с малой эффективностью. Учитывая, что полностью удалить пролитую нефть и исключить разливы нефти и нефтепродуктов пока невозможно, оценка вероятности предполагаемых разливов, их последствий для экологической обстановки является необходимым условием для определения оптимального объема и вида профилактической работы.

Литература

1. Иванов А.В. Гигиеническая характеристика окружающей среды и здоровья населения в районах добычи тяжелой нефти и природных битумов // Гигиена и санитария. – 2001. – № 3. – С. 5 – 33.
2. Гриценко А. И. Экология. Нефть и газ. – М.: Наука, 1997. – 598 с.
3. Мазур И. И. Инженерная экология. Общий курс. – М.: Высшая школа, 1996. – 2 Т. – 655 с.
4. Поконова Ю. В. Нефть и нефтепродукты. – СПб.: Професионал: Мир и Семья, 2003. – 904 с.
5. Исмагилов Ф.Р., Галлиев М.А., Исмагилова З.Ф. Техника для защиты населения нефтедобывающих регионов Башкортостана от сероводородосодержащих выбросов // Экология человека. – 1997 – № 2. – С. 20 – 23.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТВЕРДОГО ОСАДКА СНЕГА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ТОМСКОГО ПОЛИГОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

П.Ю. Виниченко

Научные руководители профессор Е.Г. Язиков, аспирант А.В. Таловская
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории Томской области расположено более 33 крупных промышленных предприятий, таких как Сибирский химический комбинат, Томский нефтехимический комбинат, производственные объекты теплоэнергетики, транспорта, стройиндустрии, деревообработки, химической и пищевой промышленности. Эти предприятия и определяют специфику экологического состояния территории [2]. В пределах полигона «Томский» располагаются населенные пункты преимущественно Томского района, а также гг. Томск и Северск. Нами проводилось снеговое опробование в 11 населенных пунктах Обь-Томского междуречья (юго-западная зона - с.с. Берёзкино, Поросино, Зоркальцево, Тимирязево) и правого берега р. Томь в зоне воздействия Томск-Северской промышленной агломерации (северо-восточная зона - с.с. Самусь, Петропавловка, Георгиевка, Наумовка, Светлый), в т.ч. и фоновых участках, которые принимают сотрудники СХК (с.с. Победа, Чернышевка). Поселок Наумовка находится на расстоянии 28 км от Томск-Северской промышленной агломерации, а п. Поросино – 9 км.

Материалом для исследования являются пробы снега, отобранные на территории Томского полигона (пп. Наумовка, Поросино) сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии в 2005 и 2006 годах.

Исследования геохимического состава твердого осадка снега п. Наумовка и п. Поросино проводились инструментальным нейтронно-активационным анализом (ядерно-геохимическая лаборатория кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ, аналитик А.Ф. Судыко). Автором проводились исследования минерально-вещественного состава проб с использованием стереоскопического бинокулярного микроскопа и рентгено-структурного анализа, кроме того, автором проводилось разделение пробы на магнитную и электромагнитную фракции, исследование химического состава отдельных монофракций металлических микросферул из пробы п. Наумовка при помощи лазерного микроанализа на установке ЛМА-10 на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

По результатам исследования минерально-вещественного состава твердого осадка снега основная доля загрязняющих компонентов в пробах приходится на техногенные образования – 89 % в п. Наумовка и 81 % в п. Поросино, тогда как на природные частицы – 21 % и 23 % соответственно. Техногенные частицы представлены в основном частицами сажи, шлака, муллита, металлическими микросферами, а природные частицы - кварцем, биогенной составляющей.

Тяжелые металлы. В твердом осадке снега населенных пунктов содержание As, Ba, Sr, превышают фоновые значения, содержание Sb - незначительно превышает фон, а содержание Cr находится в пределах фона. При сравнении содержания тяжелых металлов в пробах п. Наумовка и Поросино отмечается, что проба п. Поросино характеризуется повышенным содержанием As, тогда как содержание Ba, Sr, Co незначительно отличается. Величина техногенной нагрузки на снеговой покров, создаваемая тяжелыми металлами, имеет четко выраженную закономерность: наименьшая в п. Поросино и наибольшие значения в п. Наумовка (таблица).

Таблица
Величины среднего содержания элементов (мг/кг), среднесуточного выпадения пыли (P_п, мг/м²*сут), среднесуточного выпадения элементов (P_{общ}, з/км²*сут)

	Ba	Sr	Rb	Tb	Ta	Ce	Lu	La	Sm	Yb	Th	U
п. Наумовка (P _п = 61 мг/м ² *сут)												
Среднее	1196,7	407	79,1	1,2	1,7	101,6	0,6	56,5	8,4	3,9	15,6	6,3
P_{общ}	16	6,2	4,8	0,07	0,1	73,0	3,4	0,04	0,5	0,2	1,0	0,4
п. Поросино (P _п = 45 мг/м ² *сут)												
Среднее	1020,0	354	60,6	1,0	1,4	84,6	0,5	43,5	7,9	3,4	12,4	4,5
P_{общ}	45,9	25	2,7	0,07	0,1	3,8	1,9	0,02	0,4	0,15	0,6	0,2
Фон*, мг/кг	0,5	100	2,3	0,06	0,3	10	0,08	3	0,6	0,2	2,9	0,2

Примечание: фон* по данным Шатилова А.Ю. (2001) [1] с дополнениями Язикова Е.Г. (2006) [3]

Содержание редких и редкоземельных элементов в пробах твердого осадка снега районов исследования превышает фоновые значения элементов. Отмечаются повышенные содержания La, Lu, Ce, Sm, Yb, Tb, Ta в пробах твердого осадка снега п. Наумовка относительно п. Поросино. При этом в пробах п. Наумовка и п. Поросино содержание La, Lu, Sm близки (таблица). Максимальная величина среднесуточного выпадения металлов (техногенная нагрузка) на снеговой покров приходится на п. Наумовка.

Радиоактивные элементы. В пробах твердого осадка снега районов исследования содержания урана и тория значительно превышают фоновые значения. Наибольшие значения по содержанию урана и тория приходятся на пробы твердого осадка снега п. Наумовка. По величине торий-уранового отношения пробы твердого осадка снега населенных пунктов характеризуются низкими значениями (2,5 единиц), что значительно меньше фона (14,5 единиц). Данные торий-уранового отношения характеризуют урановую природу радиоактивности.

По геохимическому ряду ассоциации элементов можно сказать, что в п. Наумовка в основном накапливается радиоактивные, редкие и редкоземельные элементы:

$U_{31,5} > La_{20,2} > Tb_{20,0} > Yb_{19,6} > Ta_{17,3} > Sm_{14,3} > Ba_{12,0} > Ce_{9,9} > Lu_{8,0} > Th_{5,4} > Ag_{4,2} > Sr_{4,1} > Na_{3,6} > Hf_{3,5} > Br_{2,3} > Fe_{2,2} > Co_{2,0} > Cs_{1,82} >> Sc_{1,8}$

В п. Поросино в основном накапливаются тяжелые металлы, редкие и редкоземельные элементы:

$As_{22,7} > Cr_{17,0} > Sb_{16,9} > Co_{15,5} > Ba_{14,2} > Sr_{14,0} > Lu_{10,2} > La_{8,2} > Ce_{6,5} > Eu_{5,3} > Fe_{5,0} > Sc_{4,8} > Sm_{4,3} > Tb_{3,5} > Yb_{2,9} > Rb_{2,2} > Cs_{2,1} > Hf_{1,5} > U_{1,5}$

По результатам кластерного анализа автором были построены дендрограммы корреляционной матрицы геохимического спектра микроэлементов в твердом осадке снега территорий п. Поросино, п. Наумовка. В пробе п. Наумовка определены значимые корреляционные связи для элементов As-Br-Sm, Na-Ba-Ta-Sb, Tb-La-Co (п. Наумовка). В пробе п. Поросино - Na-Sc-Rb-Sb, Ta-Lu-U-Cr, As-Hf-Co.

По результатам лазерного микроспектрального анализа на установке ЛМА-10 в составе таких техногенных образований, как металлические микросферулы (частицы округлой формы, размером 0,5-1 мм, темно-серого, черного цвета) было выявлено наличие широкого спектра микроэлементов, в их составе (Fe, Ti, Au, Ca, Eu, In, Pb, Se, Sn, Th, Tm и др.), а наибольшее количество спектральных линий приходится на Fe и Sn.

Полученные результаты позволили установить уровни накопления тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в твердом осадке снега населенных пунктов исследуемого района. На территории пп. Наумовка и Поросино источниками поступления данных элементов могут являться как промышленные предприятия Томско-Северской промышленной агломерации, так и локальные источники их поступления. В целом, наибольшее техногенное влияние испытывает п. Наумовка, что свидетельствует о том, что сохраняется тенденция загрязнения атмосферного воздуха в зоне воздействия Томско-Северской промышленной агломерации.

Литература

1. Экология Северного промышленного узла г. Томска: проблемы и решения / Под ред. А. М. Адама. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1994. – 260 с.
2. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга западной Сибири: Дис...доктора геол.-минер. наук. – Томск, 2006. - 420 с.
3. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П. и др. Эколого-геохимическая оценка природных сред на специализированных полигонах: Обь-Томское междуречье и северо-восточнее СХК. – Томск: МГП «Экогеос», 2001. – 202 с.

ОЦЕНКА РИСКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В Г. ТОМСКЕ НА ОСНОВЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.А. Вовк

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы все больше накапливается фактической информации об ухудшении качества окружающей природной среды в результате антропогенного воздействия. Наряду с этим фактом все чаще говорят и о прогрессирующем ухудшении здоровья населения. Однако установление взаимосвязи между уровнем загрязнения и заболеваемостью населения представляется весьма сложной задачей. Подход, основанный на оценке риска опасных и неблагоприятных событий, в том числе, риска заболеваемости от воздействия различных факторов, становится все более распространенным и оправдывающим себя. Большой прогресс в этой области связывают с разработкой и внедрением программных комплексов, компьютерных расчетов для количественной оценки риска [3].

Одним из основных факторов, определяющих содержание загрязняющих веществ в почве г.Томска, является его промышленность. В Томске и непосредственной от него близости расположены ряд крупных промышленных объектов, которые являются основными загрязнителями почв тяжелыми металлами [2]. Целью работы является оценка риска заболеваемости для населения г. Томска в зависимости от уровня загрязнения тяжелыми металлами почв различных районов города с помощью компьютерной программы, а также сопоставление с имеющимися данными о взаимосвязи заболеваемости населения и качества окружающей природной среды.

Методика эксперимента. Оценка риска заболеваемости проводилась с помощью программного обеспечения «Risk Assistant [5]. Комплекс программных средств (КПС) RISK ASSISTANT включает набор методик и баз данных, который позволяет оценить риски для здоровья, связанные с присутствием химических соединений в окружающей среде в конкретных условиях. Для работы с данными КПС необходимо располагать информацией о концентрациях химических соединений (или об их количествах, выбрасываемых в атмосферу), а также данные о локальных условиях воздействия, чтобы иметь возможность производить оценки рисков. Нами использованы литературные данные о содержании тяжелых металлов в почвах различных районов г. Томска [2, 4]. Тяжелые металлы в почвах представлены 30 металлами I-III классов опасности. Каждый район и микрорайон города характеризуется своим специфическим набором загрязнителей. Выбран сценарий воздействия загрязнителей через пыль и грязь на открытом воздухе (в программе предусмотрен пересчет концентраций при передаче загрязнителя из одной среды в другую). КПС RISK ASSISTANT разработан Хэмпширским Исследовательским Институтом в Александрии, штат Вирджиния, США. Русскоязычная версия создана совместно с кафедрой Проблем устойчивого развития Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты представлены в таблице показателями индивидуального дополнительного риска и коэффициента опасности. Была проведена оценка риска по всему городу, по его районам и по отдельным частям этих районов (изображены на схеме), в результате чего был выделен общий риск получения онкологических заболеваний, наиболее и наименее опасные в отношении этих

заболеваний районов города. Кроме того, был оценен неканцерогенный токсикологический эффект при воздействии химических соединений.

Индивидуальный дополнительный риск – расчетные оценки риска для канцерогенных веществ, представляющих собой количественный риск (превышение частоты случаев раковых заболеваний над фоновой величиной) того, что у человека, подвергающегося воздействию химического соединения при указанных обстоятельствах, разовьется раковое заболевание.

Коэффициент опасности – отношение среднесуточной дозы вещества к пороговой дозе этого вещества. Если коэффициент опасности превышает 1, то имеется некоторый риск неканцерогенного токсического эффекта при воздействии этого химического соединения. Ингаляционный (инг.), почвенный (почв.) и пероральный (пер.) коэффициенты опасности и риски, приведенные в таблице, предполагают показатели воздействия загрязняющих веществ через органы дыхания, почву и кожу, соответственно.

Индивидуальный дополнительный риск по городу в целом составляет примерно $3 \cdot 10^{-5}$. Принимая во внимание то, что Экологическое природоохранное агентство США (EPA) классифицирует риски $1 \cdot 10^{-6}$ как низкие, их можно расценивать как соответствующие среднему уровню избыточного индивидуального риска. Что же касается коэффициента опасности, характеризующего меру неканцерогенного воздействия химических элементов, то, как видно из таблицы, он колеблется от 0,16 до 2,275 по различным районам города (таблица).

Таблица
Расчетная оценка риска канцерогенных заболеваний и неканцерогенных эффектов воздействия (КО) в различных микрорайонах города

Район города	Номер района	Пер. КО	Инг. КО	Почв. КО	Пер. риск, 10^{-6}	Ингал. риск 10^{-6}	Почв. риск 10^{-6}	Общий риск 10^{-6}
<i>Кировский район</i>								
Московский тракт	3	0,211	0,536	0,748	8	10	20	20
Пл. Южная	5	0,267	0,501	0,768	3	30	30	30
Степановка -2	7	0,316	0,911	1,227	8	20		20
Ул. Мокрушина	2	0,355	1,272	1,628	10	5	-	20
Ул. Учебная	4	0,310	0,488	0,797	3	40	50	50
Степановка-1	6	0,390	1,278	1,668	8	10	20	20
Ул. Красноармейская	8	0,345	0,578	0,923	5	50	50	50
<i>Советский район</i>								
Заисточье	10	0,136	0,465	0,601	2	0,001	2	2
Центральный-1	12	0,117	0,428	0,545	0,8	0,0005	0,8	0,8
Золотвал	14	0,140	0,510	0,651	2	0,001	2	2
Восточная-Хромовка	27	0,145	0,916	1,162	2	0,001	2	2
Академгородок	9	0,116	0,415	0,531	2	0,001	2	2
Ул. Крылова	11	0,165	0,602	0,767	0	0	0	0
Ул. Фрунзе	13	0,125	0,454	0,580	2	0,001	2	2
Мкр-н Б	18	0,123	0,457	0,581	0,01	0,0005	0,8	0,8
<i>Ленинский район</i>								
Пески	15	0,241	0,594	0,835	8	20	30	30
Пер. Баранчуковский	19	0,298	0,466	0,765	5	40	50	50
Черемошники-вост.	23	0,175	0,466	0,642	8	10	20	20
Черемошники-Сев.	22	0,231	0,516	0,746	8	20	30	30
Каштак	24	0,447	1,476	1,923	8	10	20	20
<i>Октябрьский район</i>								
Центральный-2	17	0,144	0,520	0,664	20	0,001	2	2
Пос. Солнечный	21	0,188	0,438	0,566	2	0,001	2	2
Иркутский тракт	25	0,165	0,566	0,730	2	0,002	2	2
Белое Озеро	16	0,130	0,448	0,578	3	0,002	3	3
Томск-2	20	0,320	1,200	1,520	10	0,001	10	10
Спичфабрика	26	0,476	1,800	2,275	10	0,002	10	10

Сравнивая различные районы города по общему риску, можно заметить, что он на порядок выше для Кировского и Ленинского районов (он колеблется в пределах $2 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-5}$). Наиболее опасными микрорайонами в Ленинском районе являются микрорайон Пески и пер. Баранчуковский, в Кировском – ул. Красноармейская и Учебная, в Октябрьском – район Спичфабрики и Томска – 2.

Среди всех канцерогенов, создающих дополнительный индивидуальный риск, можно выделить хром и бериллий, индивидуальный риск по которым составляет $5 \cdot 10^{-6}$ – $4 \cdot 10^{-5}$ и $5 \cdot 10^{-8}$ – $5 \cdot 10^{-6}$, соответственно. Таким образом, в некоторых районах общий дополнительный риск практически равен дополнительному риску от воздействия этих веществ. Это говорит о том, что эти элементы вносят основной вклад в прогнозируемую вероятность заболевания. Что касается коэффициентов опасности, то по их значению выделяются несколько микрорайонов в Кировском, Октябрьском и Советском районах. Так, в районе Спичфабрики (Октябрьский р-н) он достигает 2,275, а на Каштаке (Ленинский р-н) и ул. Мокрушина (Кировский р-н) составляет соответственно

1,923 и 1,628. Районы с высоким уровнем риска онкологических заболеваний и высоким коэффициентом опасности не всегда совпадают.

Полученные результаты по уровню риска в различных районах города были использованы для ранжирования территории города по уровню риска заболеваемости и коэффициенту опасности. Применялась разбивка города на районы, ранее опубликованная в газете «Красное знамя» от 30.11.89. Полученные результаты находятся в хорошей корреляции с данными [1], где установлена территориальная неоднородность показателей онкосмертности на территории г. Томска, а также сосредоточение зон повышенной онкосмертности в районах, прилегающих к Томи, а также расположенных в центральной и северо-восточной частях города.

Таким образом, прослеживается определенная зависимость между содержанием в почвах тяжелых металлов, и прогнозируемым риском заболеваний. Очевидно, что содержание в почвах тяжелых металлов вносит определенный вклад в заболеваемость населения.

Литература

1. Волкотруб Л.П., Чемерис Т.В. Эпидемиология злокачественных новообразований в г. Томске // Сибирский медицинский журнал, 2002. - № 1-2 – С. 65 – 68.
2. Геохимия почв и здоровье детей Томска / Л.П. Рихванов, С.Б. Нарзулаев, Е.Г. Язиков, и др. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 141 с.
3. Идентификация, оценка и управление рисками при обращении с потенциально опасными веществами и материалами / Макарова А.С., Кузнецов Д.О., Егоров А.Ф., Макаров С.В. // Экологическая экспертиза. Обзорная информация, 2001. - № 3 – 106 с.
4. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г. Содержание тяжелых металлов в почвах. – Томск: Изд-во ТПУ, 1993. – 83 с.
5. Risk Assistant для Windows. Руководство пользователя. Русская версия / Тарасова Н.П., Малков А.В., Крапчатов В.П. и др. – М., 1996. – 270 с.

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ХВОСТОХРАНИЛИЩУ СЕВЕРНОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА (КРИВБАСС)

Т.В. Воронина

Научный руководитель доцент Н.П. Шерстюк

Днепропетровский национальный университет, г. Днепропетровск, Украина

В старых горнодобывающих регионах на протяжении последних десятилетий техногенно-экологические проблемы достигли масштабного характера и на данное время угрожают экологическими и техногенными катастрофами. Хозяйственный комплекс Криворожского региона сформировался на базе использования значительных минерально-сырьевых ресурсов, что существенно повлияло на специализацию производства, привело к высокой территориальной концентрации и к приоритету развития предприятий горнодобывающей промышленности [1].

Ландшафты в своей совокупности образуют особую среду географической оболочки Земли, в которой процессы взаимодействия литосферы, атмосферы, гидросферы, живого вещества, а по мере развития человеческого общества и процесса техногенеза наиболее разнообразные, динамические и подчиненные в своем проявлении географическим закономерностям [2]. Это очень подвижная, непостоянная, неравновесная система. Связи между атмосферой и растительностью, между растительностью, почвами и водой, то есть между всеми основными частями ландшафта можно узнать, изучая миграцию элементов. Кроме миграционных потоков в формировании геохимического ландшафта значительную роль играют ландшафтно-геохимические процессы [2].

Объектом исследования является ландшафтно-геохимическая система примыкающая к хвостохранилищу Северного горно-обогатительного комбината города Кривого Рога, которое расположено в средней части балки Петрикова, введено в эксплуатацию в 1963 г. Склоны и ложе балки в границах хвостохранилища сложены новопетровско-межигорскими песчаными и четвертичными суглинистыми отложениями. Хвостохранилище выполнено без экранирования. Зона исследования характеризуется наличием таких водоносных горизонтов: водоносный горизонт четвертичных отложений в лессовидных суглинках и в аллювиальных отложениях поймы р. Саксагань; водоносный горизонт неоген-палеогеновых отложений; водоносная зона трещиноватых кристаллических пород.

Для исследования был выбран участок, который расположен между хвостохранилищем СевГОКа и с. Червоное. Отбор проб почв производился по профилю (6 точек отбора) в северо-западном направлении от хвостохранилища, на открытом участке, который используется как пастбище, длина профиля составляет 1250 м. Параллельно с линией профиля проходит канал, который предназначен для сброса излишка воды из хвостохранилища (рис.). Пробы отбирались методом конверта со стороной 5 м, глубина отбора пробы 20 см, 40 см и 60 см. Одновременно с отбором проб почв проводился и отбор проб растительности.

При проведенном в октябре 2006 года исследовании по выбранному профилю было отобрано девять проб почв и восемь проб растительности. Для количественной оценки валового содержания тяжелых металлов в пробах почв и растений использовался метод атомно-абсорбционной спектроскопии (Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Ni). Также в пробах почв определено содержание подвижных форм тяжелых металлов с помощью ацетатно-аммонийного буфера, также проведен химический анализ макрокомпонентов по ГОСТу.

Содержание большинства элементов в золе растений отличается от среднего содержания в земной коре, так как растения выборочно поглощают элементы [3]. Поэтому для отобранных проб по микроэлементам были рассчитаны коэффициенты биологического и относительного поглощения (таблица). При анализе полученных данных можно сделать вывод, что максимальное значение коэффициента биологического поглощения имеет Cu в

точке № 1 и Zn в точках № 1 и № 4, а минимальное имеет Fe в точках № 4 и № 6. Максимальные значение коэффициента относительного поглощения имеет Cu в точке № 1 и Zn в точке № 4, а минимальное Mn - в точках № 2 и № 5. Для среднего значения коэффициента биологического поглощения максимальное имеет Zn, и минимальное Fe, а для коэффициента относительного поглощения максимальное значение имеет Zn, и минимальное Mn. Таким образом, относительный коэффициент поглощения таких элементов как Fe, Zn, Mn, Pb, Ni во много раз превышает коэффициент биологического поглощения, или иными словами: перечисленные выше тяжелые металлы хорошо мигрируют в ландшафте, а растения, которые произрастают в зоне действия источника загрязнения, активно поглощают и удерживают их.

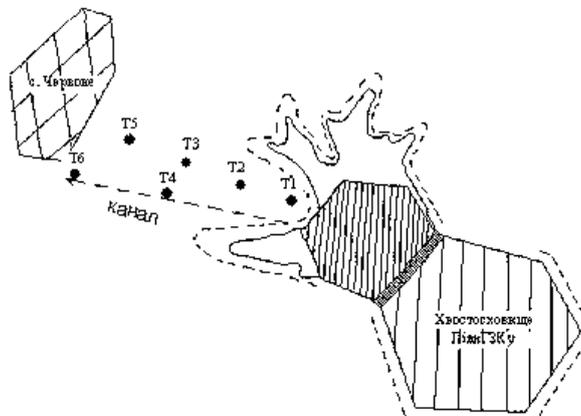


Рис. Схема расположения точек отбора образцов почв и растительности

Таблица

Результаты расчета коэффициентов биологического и относительного поглощения

Точка отбора	Cu		Fe		Zn		Mn		Pb		Ni	
	КБП	КВП	КБП	КВП	КБП	КВП	КБП	КВП	КБП	КВП	КБП	КВП
Т 1	2203	22336	75,3	4446,8	2689	6156	130	647,3	325,7	590,3	243,6	3401
Т 2	1010,2	15806	75,8	558,8	793,2	6020,5	43,7	299,8	590,7	999,7	260,5	2282
Т 3	1166	16659	55,3	333,3	1186	8431,3	64,2	399,9	266,6	500,0	274,0	2929
Т 4	741,1	14619	11,8	300,9	2498	13245	71,4	399,8	500,0	8425,0	193,4	2067
Т 5	999,4	12918	49,9	300,9	713,8	4214	68,8	299,8	250,0	625,0	244,6	2067
Т 6	1319,3	12564	23,4	816,2	1331	3850,6	916,3	3995	284,2	1248,7	195,4	2324
Среднее значение	1239,95	15817	48,6	1126,2	1535	6986,4	215,9	1006,9	369,5	2064,8	235,3	2512

где КБП – коэффициент биологического поглощения, КВП – коэффициент валового поглощения.

Для установления связей между микроэлементами в почвах с макрокомпонентами в почвах и микроэлементами в растениях были рассчитаны парные коэффициенты корреляции. Так наиболее высокие положительные связи характерны для микроэлементов в почвах и микроэлементов в растениях для таких пар: Ni-Cu, Ni-Fe, Ni-Mn, Ni-Ni и Ni-Pb, обратные связи между: Pb-Cu, Pb-Mn и Pb-Pb. Прямая зависимость указывает на то, что при возрастании содержания никеля в почве возрастает содержание всех микроэлементов, которые исследовались в растениях, кроме цинка. Обратная зависимость указывает на то, что при возрастании содержания свинца в почве падает содержание меди, марганца и свинца в растениях.

В части матрицы, где характеризуются связи между микроэлементами в растениях прямая зависимость наблюдается в таких парах: Cu-Fe, Cu-Mn, Cu-Pb, Cu-Ni, Fe-Mn, Fe-Pb и Fe-Ni, обратная зависимость между Zn-Ni. Для микроэлементов и макрокомпонентов в почвах прямые зависимости характерны между: Cu-HCO₃, Cu-Na, Ca-Mg, Ca-Cl, Ca-SO₄, Mg-Cl, Mg-Cl, Mg-SO₄, Cl-SO₄, обратные зависимости между: Fe-HCO₃, Pb-Na, HCO₃-Mg, HCO₃-SO₄. Можно сделать вывод, что макрокомпоненты в большинстве случаев имеют связь с макрокомпонентами, а микрокомпоненты с микрокомпонентами.

Анализируя матрицу парных коэффициентов макрокомпонентов в почвах и микрокомпонентов в растениях можно сказать о характерной обратной зависимости между HCO₃-Zn, Ca-Fe, Ca-Ni, Cl-Cu, Cl-Pb, SO₄-Pb. Прямая зависимость существует между Ca-Zn, Cl-Zn, SO₄-Zn, Na-Cu, Na-Fe, Na-Pb, Na-Ni. Обнаружено высокое содержание всех макрокомпонентов в точке №5, полученные данные можно обосновать тем, что на содержание макрокомпонентов в пробах точке № 5 больше влияет канал который расположен рядом, чем миграция этих компонентов с хвостохранилища.

Проведенные исследования подтвердили существование исследуемых связей, а также выявили активные водные и воздушные миграционные потоки, что указывает на актуальность данной проблемы и требует продолжения исследований в данном направлении.

Литература

1. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М., 1988. – 361 с.
2. Заключение по геотехногенному контролю за эксплуатацией сооружений хвостового хозяйства и оборотного водоснабжения. – Киев, 2004. – 132 с.
3. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1966. – 391 с.

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТИРЕОИДНОЙ ПАТОЛОГИИ ЖИТЕЛЕЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Галочкина

Научный руководитель доцент Н.В. Барановская
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Эндемический зоб является одним из самых распространенных неинфекционных заболеваний во всем мире. С эндемией зоба связано увеличение случаев нарушений репродуктивной функции у женщин, рост перинатальной и детской смертности, прогрессирование атеросклероза и гипертонии, ослабление иммунитета, нарушения в эмоциональной сфере, снижение уровня интеллектуального развития [4].

Установлено, что состояние тиреоидной системы является чутким индикатором изменения состояния окружающей среды. Следовательно, щитовидная железа (ЩЖ) является связующим звеном между окружающим нас миром и внутренней средой организма [1].

До настоящего времени в клинической практике и профилактике ЙДЗ (йододефицитные заболевания) учитывается только абсолютный дефицит йода, что не всегда дает положительные результаты, и не принимается во внимание биогеохимическая обстановка данной территории [2]. Доказано, что в механизме формирования зобной эндемии определенную роль играет сочетанное воздействие стромогенных факторов различного генеза: природный йододефицит, техногенная химическая нагрузка, микроэлементный дисбаланс, иммунные нарушения, малые дозы радиации. Эффекты действия техногенных факторов могут суммироваться с влиянием дефицита жизненно важных микроэлементов, в том числе йода, и усиливать функциональные и структурные изменения в щитовидной железе (ЩЖ), что объясняет низкую эффективность принятых в настоящее время массовых стандартных подходов йодной профилактики [3].

В последние годы рост патологии ЩЖ происходит повсеместно, не является исключением и Томская область, являющаяся йододефицитным регионом. В тоже время наблюдается неравномерность заболеваемости в области, что заставляет выявлять причины данного явления. Для исследований всего было отобрано 103 пробы щитовидных желез. Они были изучены методом инструментального нейтронно – активационного анализа (ИНАА). Для контроля использовался материал, взятый у людей, погибших от случайных причин, в отделении по исследованию трупов Томского областного бюро судмедэкспертизы, железы нормального объема и нормальной структуры.

Гистологические исследования материала проводились в патологоанатомических отделениях ОКБ г. Томска и НИИ онкологии СО РАМН. Фрагменты ЩЖ, включающие патологические образования, помещались в чистые пенициллиновые флаконы, фиксировались в формалине, помечались анкетные данные. Затем пробы высушивались в муфельной печи при температуре 50 °С до твердого состояния, истирались в порошок, упаковывались в фольгу по 100 мг и отправлялась на ядерный реактор для проведения анализа.

Ранее проведенные нами исследования позволили сделать следующие выводы.

В Томской области имеет место рост первичной заболеваемости населения патологией щитовидной железы.

В пределах области в разных районах заболеваемость неоднородна, наибольший ее процент приходится на районы области, прилегающие к промышленному узлу Томск-Северской агломерации, характеризующиеся максимальным влиянием неблагоприятных экологических факторов, в том числе химической природы.

Полученные данные свидетельствуют о значительной роли ряда элементов в формировании тиреоидной патологии.

Патологически измененная ЩЖ отличается от контроля и данных литературы повышенным накоплением химических элементов в целом, как эссенциальных, так и прочих изученных групп, геохимическим разнообразием элементов, содержит повышенные количества натрия, железа, брома, рубидия, ртути, пониженные – кальция и селена.

Для каждого вида патологии характерна своя специфика элементного состава, уровней концентрирования, в том числе максимальных содержаний и изменение суммарного показателя их накопления.

Спектр химических элементов ЩЖ жителей Томской области во многом отражает геохимическую специфику природных сред.

Сведения об участии ряда микроэлементов в синтезе тиреоидных гормонов и их влиянии на обмен йода свидетельствуют о необходимости исследования связи патологии ЩЖ с микроэлементным составом природной среды, для чего были проанализированы данные по содержанию интересующих элементов в почве и накипи. Были выбраны элементы, оказывающие наибольшее влияние на формирование патологии ЩЖ, это Zn, Cr, Co, Br, Fe.

Для сравнения были построены карты Томской области, на которых были показаны разным цветом, в зависимости от содержания элемента, районы. Нормирование всех данных было по кларку ноосферы (по

Глазовскому, 1982). Были построены графики по содержанию элементов в ЩЖ, почве и накипи, но нормирование производилось уже к региональному фону. Также были построены карты по заболеваемости ЩЖ по различным видам патологий и произведено их пространственное сравнение с распределением элементов в ЩЖ, имеющих повышенное содержание при формировании каждой патологии.

В результате проведенного исследования выяснили, что прямая пространственная взаимосвязь между содержанием микроэлементов в окружающей среде и ЩЖ практически отсутствует, т.е. не всегда накопление элемента в какой-либо среде ведет к накоплению в ЩЖ.

Следовательно, при отсутствии прямой пространственной корреляции можно предположить, что накопление микроэлементов, влияющих на формирование тиреоидной патологии ЩЖ, может зависеть от следующих факторов:

- от формы нахождения элемента в окружающей среде
- миграции элемента внутри организма
- от пути поступления элемента в организм человека

Целью дальнейшего исследования будет изучение более широкого спектра элементов и соотношения микроэлементов в патогенной ЩЖ, т.к. на формирование тиреоидной патологии сказывается не только дефицит или избыток микроэлементов, но и соотношение их между собой. Например, в условиях дефицита селена усиливается пролиферация фибробластов, что может быть дополнительным фактором для формирования узлов, аденом, фиброза паренхимы. Селен является антагонистом целого ряда тяжелых металлов, в том числе ртути, выявленное повышение концентрации которой по данным исследования может находиться в причинно-следственной связи с дефицитом селена в тканях железы.

Литература

1. Андрюков Б.Г., Полякова Е.М. Критерии оценки социально-экологического мониторинга здоровья // Здоровье. Медицинская экология. – М., 2003. – Т.10. – № 3/4. – С. 24 – 26.
2. Карчевский А.Н. Значение микроэлементов в развитии йододефицитных заболеваний на примере промышленных центров Иркутской области // Бюллетень Сибирского Отделения Российской Академии Медицинских Наук. – М., 2000. – №2 (96). – С. 67 – 71.
3. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Профилактика зобной эндемии на территориях с сочетанным воздействием химических факторов технологического и природного генеза // Гигиена и санитария. – М., 2001. – № 1. – С. 12 – 17.
4. Фархутдинова Л.М. Клинико-патогенная роль микроэлементов в развитии тиреоидной патологии // Сибирский медицинский журнал. – М., 2006. – № 1. – Т. 21.

ИЗУЧЕНИЕ УРАНА И ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ (КРАТКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РАБОТ)

Ю.Л. Замятина

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, доцент В.В. Коваленко
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Большой вклад в изучение накопления радионуклидов древесными растениями внесли исследовательские работы 1950-60-х гг., которые проводились советскими учеными (А.П. Виноградовым, Д.П. Малогой, С.М. Ткаlichem, В.В. Поликарпочкиным, А.И. Перельманом и др.) и зарубежными (В. Гольдшмитом, Н. Waagren, S. Thyssen, H. Cannon, Хождем и др.) по разработке биогеохимических методов поиска рудных месторождений. В этих исследованиях значительное внимание уделялось разделу биогеохимии растений, касающемуся закономерностей накопления растениями элементов-индикаторов (в том числе урана) рудных месторождений [4]. Активным изучением накопления в древесных растениях урана, а также некоторых других естественных радионуклидов (тория, радия) занимался А.Л. Ковалевский (1965, 1966). Он рассматривал закономерности биологического поглощения этих радионуклидов древесными растениями, распределение их в различных частях деревьев, интенсивность поглощения радионуклидов различными видами древесных растений и др. для районов Сибири [6]. Эти же вопросы в своих работах изучали Д.М. Гродзинский (1965) для растений Украины, Е.М. Никифорова (1968, 1969, 1970) и Б.Я. Юфа (1970) – для Забайкалья, В.В. Ковальский и др. (1965, 1968) – для Исык-Кульской котловины [10]. Эти работы, а также исследования по изучению особенностей биогеохимических поисков урановых месторождений более позднего периода (Dunn, 1979, 1981, 1982; Титаева, Таскаев, 1983; Uranium Biogeochemistry, 1985 и др.) внесли значительный вклад в изучение закономерностей поглощения и накопления урана древесными растениями [5].

В 1970-80-х гг., в связи с активным развитием атомной промышленности и энергетики, которое осложнялось рядом аварийных ситуаций и катастроф, к исследованиям по изучению радионуклидов в древесных растениях вновь появился интерес. Теперь, наряду с ураном, который сопутствует ядерному топливному циклу, внимание исследователей привлекает группа трансурановых радионуклидов (плутоний, америций и др.), поступающих в природную среду в результате техногенной деятельности человека (Корнеев, Корнеева, 1971; Рассел, 1971; Тихомиров 1972, Ключковский и др., 1973, Алексахин, 1971, 1977; Таскаев, 1978; Архипов и др., 1982; “Трансурановые элементы...”, 1985 и др.).

В дальнейшем, активный всплеск исследований радиоактивности древесной растительности спровоцировала авария на Чернобыльской АЭС (1986 г.), которая по своим масштабам превзошла все ядерные инциденты и обусловила глобальное повышение уровня радиоактивности на земном шаре. Чернобыльская авария способствовала организации долгосрочных фундаментальных радиоэкологических исследований всех природных экосистем, и в первую очередь лесной экосистемы, которая является долговременным депозитарием радиоактивных выпадений и биогеохимическим барьером на пути миграции радионуклидов [12]. После аварии на Чернобыльской АЭС многие исследователи (Юшков, 1987; Молчанова, Караваева, 1990; Козубов, Таскаев,

1994; Маслова и др., 1994; Гродзинский и др., 1991, 1995; Тихомиров, 1994; Ипатьев, 1994; Абатуров, 1994, 1996; Щеглов, 1999 и др.) изучали динамику и закономерности накопления радионуклидов в различных компонентах лесной экосистемы, в том числе в древесном ярусе, и многие другие вопросы, связанные со спецификой поведения техногенных радионуклидов в лесных ландшафтах. По материалам комплексных исследований хвойных лесов в районе аварии на Чернобыльской АЭС были опубликованы крупные научные работы (“Радиоэкологическое исследование сосновых лесов...”, 1987; “Радиационное воздействие на хвойные леса...”, 1990; “Радиобиологические и радиоэкологические исследования древесных растений”, 1994; “Радиоэкологические и лесоводственные последствия загрязнения...”, 1994; “Лес и Чернобыль”, 1994; “Влияние ионизирующего излучения на сосновые леса...”, 1996; “Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесах...”, 1999; “Лес. Человек. Чернобыль”, 1999 и др.) и многочисленные публикации. Однако большинство всех проведенных исследований было посвящено изучению только основных радионуклидов, которые были представлены в чернобыльских радиоактивных выпадениях – цезию и стронцию. И только незначительная часть, имеющихся в литературе данных этого периода, относится к трансурановым радионуклидам, хотя специфической особенностью чернобыльских радиоактивных выпадений являлось повышенное удельное содержание трансурановых элементов.

Среди немногочисленных работ этого периода по изучению накопления урана и трансурановых радионуклидов в древесных растениях можно отметить исследования И.Г. Берзиной (1990, 1993), И.Я. Часникова (1994, 1997), Л.П. Рихванова (1995, 1997) с использованием ядерно-физических методов анализа этими исследователями изучались возможности выявления альфа-излучающих радионуклидов (в т.ч. урана и трансурановых радионуклидов) и определения уровней их накопления в древесных растениях.

И.Я. Часников и др., используя классическую методику получения альфа-радиографий на толстослойных ядерных фотэмульсиях, изучал накопление альфа-излучателей в годичных кольцах деревьев Казахстана, и тем самым определял периоды радиоактивного загрязнения изучаемой местности [11]. И.Г. Берзина с использованием метода осколочной радиографии изучала распределение и формы проявления урана в структурных частях деревьев, произрастающих на урановых месторождениях [3]. Л.П. Рихванов проводил исследования по совокупному определению урана-235, плутония-239 и других трансурановых элементов в годичных кольцах деревьев Томской области с применением радиографического анализа [8].

Следует отметить, что в «послечернобыльский» период в рамках проблемы изучения трансурановых элементов в объектах окружающей среды (в т.ч. в древесных растениях) активно проводятся зарубежные научные исследования. Подробный обзор таких исследований приводится в коллективной работе зарубежных авторов “Пути миграции искусственных радионуклидов...”, 1999”. Следует отметить работы французских и японских специалистов (Gagès, Suzuki, Mahara, 1993, 1995), которые изучали содержание плутония в годичных кольцах деревьев Франции и Японии с использованием радиохимического метода анализа. В годичных кольцах ими зафиксированы глобальные выпадения $^{239,240}\text{Pu}$ во Франции и Японии, обусловленные испытанием ядерного оружия и аварией на Чернобыльской АЭС, а также локальные поступления, связанные с взрывом плутониевой бомбы в 1945 г. (Нагасаки, Япония) [14].

В последние годы (с начала 2000 года) ученые России, Украины, Белоруссии и других зарубежных стран продолжают изучать вопросы оценки радиоактивного загрязнения окружающей среды, которое сформировалось как после аварии на Чернобыльской АЭС, так и вследствие других причин (испытания ядерного оружия в атмосфере и под землей, деятельность предприятий ядерно-топливного цикла и др.) на основе исследования древесной растительности (Молчанова, Караваева, 2001; Козубов, Таскаев, 2002; Щеглов, Цветнова, 2004; Сапожников и др., 2001, 2005, Фесенко и др., 2001, 2003; и многие другие). К сожалению, по-прежнему, большинство всех научно-исследовательских работ в этом направлении касается изучения лишь таких техногенных радионуклидов, как цезий и стронций.

Проблемой оценки загрязнения древесной растительности именно трансурановыми элементами и ураном, сопровождающим ядерно-топливный цикл, а также естественными радионуклидами (в т.ч. ураном), которые в результате деятельности человека перемещены из земных недр на поверхность в значительных количествах и формируют техногенно измененный, обычно повышенный, радиационный фон занимаются лишь немногие исследователи (Позолотина, Собакин и др., 2000; Рихванов и др., 2002, 2004, 2005, 2006; Анисова, 2005, 2006; Buchmann et al., 2000; Duffa, 2001; Coleman et al., 2001; Thiry et al., 2005).

Позолотиной В.Н. и др. проводилось радиоэкологическое исследование техногенных ландшафтов Южной Якутии, в рамках которого изучалось загрязнение древесной растительности ураном и радием [7].

Рихвановым Л.П. и др. до настоящего времени проводятся исследования по изучению древесных растений различных регионов (Сибири, Алтая и др.) с использованием метода осколочной радиографии. С высокой точностью определяются уровни накопления, характер распределения и формы нахождения урана и трансурановых элементов в древесных растениях, что позволяет восстановить уровень радиоактивного загрязнения местности этими радионуклидами, определить время радиоактивного загрязнения [9, 2].

Анисовой Ж.М. изучаются эколого-биологические особенности аккумуляции урана в биогеоценозах сосновых лесов Белоруссии, в т.ч. устанавливаются уровни содержания и характер распределения урана в структурных частях различных видов древесных растений [1].

Coleman D.S. при проведении мониторинговых исследований радиоактивного загрязнения окружающей среды изучалось содержание различных изотопов урана в древесных растениях и, при этом, было зафиксировано резкое изменение изотопных отношений ^{238}U к ^{235}U в древесине деревьев, что предлагается использовать в качестве индикатора при изучении радиоактивного загрязнения природной среды в результате утечки радионуклидов из хранилищ радиоактивных отходов, полостей подземных ядерных взрывов и др. [13].

Thiry Y. [15] исследовалось распределение урана в структурных частях деревьев, произрастающих на рекультивированном участке отвала горных пород урансодержащего рудного месторождения в Бельгии.

В заключение, следует отметить, что, к настоящему времени, данных о накоплении урана и трансураниевых элементов в древесных растениях, получено недостаточно. До сих пор очень слабо изучены пути поступления этих радионуклидов в древесные растения и вопросы, связанные с их миграцией в структуре дерева.

Литература

1. Анисова Ж.М. Эколого-биологические особенности аккумуляции природных изотопов урана в биогеоценозах основных лесов Беларуси: Автореферат. Дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 2006.
2. Архангельская Т.А. Ретроспективная оценка радиоэкологической ситуации по результатам изучения годовых колец срезов деревьев: Автореферат. Дис. ... канд. геолог.-минер. наук. – Томск, 2004.
3. Берзина И.Г. Выявление радиоактивного загрязнения окружающей среды методом радиографии // Геохимия. – М., 1993. – № 3. – С. 449 – 456.
4. Ковалевский А.Л. Биогеохимические поиски рудных месторождений. – М.: Недра, 1974. – 143 с.
5. Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений. – Новосибирск: Наука, 1991. – 294 с.
6. Ковалевский А.Л. Естественные радиоактивные элементы в растениях Сибири. – Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во, 1966. – 96 с.
7. Позолотина В.Н. Миграция и биологическое действие на растения тяжелых естественных радионуклидов // Экология. – М., 2000. – № 1. – С. 17 – 23.
8. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
9. Рихванов Л.П., Архангельская Т.А., Несветайло В.Д. Изучение уровня и динамики накопления делящихся радионуклидов в годовых кольцах деревьев // Геохимия. – М., 2002. – № 11. – С. 1238 – 1245.
10. Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: Миграция и биологическое действие на популяции и биоценозы / Под ред. Р.М. Алексахина. – М.: Наука, 1990. – 366 с.
11. Часников И.Я., Поляков А.И., Гайтимов А.Ш. Изучение накопления и распределения радиоактивных источников и радиационных нарушений в природных объектах и определение года их радиационного заражения // Радиоэкологическая обстановка на территории Республики Казахстан. – Алматы, 1997. – С. 61 – 91.
12. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: По материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. – М.: Наука, 1999. – 268 с.
13. Edmands J.D., Brabander D.J., Coleman D.S. Uptake and mobility of uranium in black oaks: implications for biomonitoring depleted uranium-contaminated groundwater // Chemosphere. – 2001. – № 44. – Pp. 789 – 795.
14. Garres J.P. et al. Plutonium in Tree Rings from France and Japan // Appl. Radiat. Isot. – 2002. – № 46. – Pp. 1271 – 1278.
15. Thiry Y. et al. Uranium distribution and cycling in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing on a revegetated U-mining heap // Journal of Environmental Radioactivity. – 2005. – № 81. – Pp. 201 – 219.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БУРОВЫХ РАБОТ

А.С. Егоров

Научный руководитель профессор В.Л. Бочаров

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Рассмотрим основные источники загрязнения объектов природной среды при строительстве скважин.

К основным потенциальным загрязнителям окружающей природной среды при строительстве скважин относятся:

- буровые и тампонажные растворы;
 - буровые сточные воды (БСВ), выбуренный шлам (БШ) и отработанный буровой раствор (ОБР);
 - продукты сгорания топлива при работе котельных и двигателей внутреннего сгорания;
 - технологические жидкости для освоения скважин;
 - продукты сгорания на факеле при отработке скважин на факел;
 - горюче-смазочные материалы (ГСМ);
 - хозяйственно-бытовые сточные воды и твердые бытовые отходы;
 - химические реагенты и материалы, используемые для приготовления растворов.
- Почвы и природные воды (в том числе и подземные) могут быть загрязнены:
- при отсутствии системы сбора и накопления отходов бурения (ОБ), отсутствии надежной изоляции дна и стенок накопителей отходов бурения и разрушении конструкции накопителей;
 - при отсутствии системы сбора загрязненных талых и ливневых вод;
 - при разгерметизации системы циркуляции промывочных и др. жидкостей, порыве трубопроводов, разливе ГСМ;
 - при аварийных ситуациях в процессе строительства скважин, связанных с выбросом флюида;
 - в процессе погрузки, транспортировки, разгрузки и хранения химических реагентов и материалов, используемых для приготовления буровых, тампонажных и специальных растворов;
 - пластовыми флюидами в результате перетоков флюидов в случаях некачественного цементирования колонн, негерметичности обсадных колонн.
- Атмосферный воздух в процессе строительства скважин загрязняется:
- продуктами сгорания топлива котельной;
 - продуктами сгорания при освоении скважин;
 - при проведении сварочных работ;
 - при хранении используемых химических веществ и ГСМ;
 - при сжигании промасленной ветоши, безвозвратной тары из-под химреагентов;
 - при эксплуатации транспортных средств и спецтехники;
 - в аварийных ситуациях при возможных флюидопроявлениях и возгорании продуктов выброса из скважины.

Мероприятия экологической безопасности для бурения:

для обеспечения все сезонности производства буровых работ и охраны природной среды, в том числе уменьшения техногенного воздействия строительных и монтажных работ на естественную территорию, предусматривается опережающее (до выхода буровых и монтажных подразделений) обустройство территории (строительство подъездных дорог, площадок бурения). При этом инженерная подготовка территории должна производиться преимущественно в зимнее время сооружением насыпного основания из карьерного грунта по первому принципу использования вечномерзлых грунтов в качестве естественного основания с целью недопущения их протаивания;

малотоксичные растворы, применяемые в качестве промывочного агента, обладают свойствами, обеспечивающими качественную и безаварийную проводку ствола скважины, снижение интенсивности кавернообразования, уменьшение темпа наработки избыточных объемов промывочной жидкости. Для химической обработки буровых растворов используются химические реагенты, выпускаемые в соответствии с технической документацией (ГОСТы, ТУ), что позволяет производить входной контроль их качества.

По степени воздействия на живые организмы реагенты относятся к малотоксичным веществам. Все компоненты проектной рецептуры бурового раствора имеют определенные санитарно-токсикологические характеристики, которые приведены в таблице [2, 3, 5, 6].

Таблица

Санитарно-токсикологические характеристики применяемых реагентов

Наименование вещества	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимая концентрация мг/л	Класс опасности
Бентонитовый глинопоршок	исследован в составе бурового раствора		
Na-карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ-700)	токс.	20,0	4
Унифлок	токс.	1,0	4
Кем-Пас	токс.	0,01	4
Poly-Kem-D	токс.	0,025	4
Праестол-2530	токс.	0,05	4
ФХЛС (феррохромлигносульфонат)	токс.	1,0	2
Нитрилометилфосфоновая кислота (НТФ)	сан.-токс.	0,05	4
Хлористый кальций	сан.-токс.	300	4
ГКЖ-10,11(раствор моносодовой соли Метилсилантриола)	сан.токс.	1,0	4
Кальцинированная сода	сан.токс.	120	4э
ТПФН (триполифосфат натрия)	-	0,16	4
НТФ (нитрилотриметилфосфоновая кислота)	сан.токс.	0,05	4
Графит	ПДК в РЗ в мг/м ³ не > 6		
СЖК (синтетические жирные кислоты)	токс.	0,1	4
Жирма	сан.токс.	0,4	4
ОТП (пек талловый)	токс.	1,6	4
МАС-200	токс.	0,1	4
КЛСП (комплексный лигносульфонатный Полимер)	токс.	0,4	-
Лигнин	сан. токс.	8,0	4
Кэн-Сил	токс.	2,5	4

Примечание: Все показатели утверждены Росрыбвод, согласованы с Минприродой и включены в "Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочных безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов", изд. ВНИРО, М., 1999 г.

С целью качественной очистки бурового раствора от выбуренной породы предусматривается применение трехступенчатой системы очистки, включающей вибросито, пескоотделитель и илоотделитель. Применение данной системы позволяет удалить из раствора до 70 % выбуренной породы, включающей активную глинистую составляющую, снизить темп наработки избыточного бурового раствора и повторно использовать жидкую фазу бурового раствора в технологическом цикле (при приготовлении бурового раствора под первую промежуточную колонну – 23 м³ и под вторую промежуточную колонну – 67 м³).

Нормативы предельно допустимых выбросов в атмосферу от источников загрязнения при строительстве скважин принимаются на основе расчетов выбросов с учетом данных по режиму работы технологического оборудования и регламентируются в рабочем проекте на строительство скважин.

Контроль за содержанием выбрасываемых в атмосферу веществ осуществляется службой охраны окружающей природной среды управления буровых работ с использованием прямых методов измерения [1, 4, 5, 6].

Литература

1. Булатов А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. – М.: Недра, 1997. – 483 с.
2. Булатов А. И. Состояние и пути совершенствования материалов для буровых растворов // Тр. ВНИИКР нефти. – М., 1977. – Вып. 12. – С. 3 - 11.

3. Денисов В. Н. Защита производственной и природной среды при геологоразведочном бурении. – СПб.: МАНЭБ, 2000. – 410 с.
4. Дорожук С.Л. Экологические проблемы нефтегазодобывающих территорий Тюменской области. – М.: ИМГРЭ. – 2004. – 56 с.
5. Егоров А. С. Экологическая безопасность при разработке Мангодинского нефтегазового месторождения Ямало-Ненецкого автономного округа // Высокие технологии в экологии: Труды 9-ой Международной науч.-практ. конф., 2006. – С. 65 – 68.
6. Егоров А. С. Эколого-геохимические особенности техногенных месторождений углеводородов // Высокие технологии в экологии: Труды 8-ой Международной науч.-практ. конф. – М., 2005. – С. 82 – 90.

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. ТОМСКА

Э.В. Иванова¹

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова²

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия,

²Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Состояние здоровья и продолжительность жизни населения являются важнейшими критериями общественного прогресса. Оценка заболеваемости и смертности населения в результате ухудшения качества окружающей среды приобретает все большую актуальность на различных уровнях управления национальным хозяйством.

Прогрессирующее техногенное загрязнение атмосферного воздуха крупных промышленных городов приводит к очевидным негативным последствиям: увеличению антропогенной нагрузки на городскую среду, деградации растительности, усилению влияния вредных факторов среды обитания (факторов риска) и, как следствие, ухудшению здоровья населения.

Город Томск имеет широкий спектр отраслей промышленности (с гнездовой и большей частью вкрапленной структурой в селитебные зоны) в отличие от преимущественно монопрофильных городов – соседей (Кемерово, Новокузнецк и др.). В городе имеется 5,5 тыс. стационарных источников загрязнения атмосферы, принадлежащих 194 промышленным предприятиям, которые по степени опасности разделены на четыре категории. Томск обладает давно устаревшей улично-дорожной сетью и низкой пропускной способностью автомагистралей.

Приземная атмосфера г. Томска отличается превышением ПДК по пыли в 2, оксида углерода в 1,4 и диоксида азота в 1,5 раза; по отношению к фоновым значениям в депонирующих средах (в снеговом покрове) превышения такие: пыли 5 - 100, токсичных металлов 20 - 10000 раз. Существенно ухудшают экологические характеристики, в последние годы, возрастающие загрязнения формальдегидом, фенолом, аммиаком, метанолом. Ускоренными темпами (более 5 % в год) растет количество автотранспорта и объем поллютантов от передвижных источников, их доля в г. Томске превышает 78%. Коэффициент концентрации свинца вдоль транспортных линий и зонах их пересечения 5-6 ПДК.

Темпы загрязнения атмосферы и нарушения естественного равновесия отражаются в демографии и состоянии здоровья населения. Показатель естественного прироста населения ниже - 1,0, растут показатели годовой заболеваемости, включая онкологические, общей и детской смертности.

Поиск новых подходов в методологии и интерпретации экологической информации обусловлен реализацией концепции устойчивого развития (SUSTAINABLE DEVELOPMENT), принятой на конференции глав правительств в декабре 1992 г. в Рио-де-Жанейро. Обязательные экологические требования установлены в законодательных и нормативных документах и направлены на обеспечение рационального природопользования, восстановление качества окружающей среды и защиту здоровья людей.

Российские стандарты по экологическим требованиям и экологической сертификации соответствуют международным стандартам серии ISO14000 по системам управления природопользованием и носят название ГОСТ Р ИСО 14000-98. С учетом этих требований начали разрабатываться различные критерии комплексной оценки состояния окружающей среды в пределах урбанизированных территорий [1, 2]. В 1997 г. для г. Томска разработан «Сводный том предельно допустимых выбросов (ПДВ) вредных веществ в приземную атмосферу». Он сыграл ведущую роль в осознании экологической ситуации и послужил основой для построения системы критериев территории.

Использование традиционных подходов, основанных на сопоставлении существующих уровней химического загрязнения с гигиеническими нормативами, не всегда является эффективным. Поэтому, назрела необходимость разработки нового объективного критерия значимости для здоровья химических загрязнителей окружающей среды. В качестве такого критерия можно использовать риск.

Применение методологии оценки риска для жизни и здоровья людей в качестве инструмента обоснования эффективных управленческих решений позволяет получать количественные характеристики возможного ущерба здоровью от воздействия факторов среды обитания человека, сравнивать и ранжировать различные по степени выраженности эффекты воздействия факторов среды обитания человека, идентифицировать в конкретных условиях наиболее подверженные неблагоприятному воздействию и наиболее чувствительные группы населения, разрабатывать механизмы и стратегию различных регулирующих мер по снижению риска, определять приоритеты экологической политики и политики в области охраны здоровья населения на региональном и территориальном уровнях и т.д.

Рекомендации ВОЗ определяют риск как «ожидаемую частоту нежелательных эффектов, возникающих от заданного воздействия загрязнителя». Согласно Глоссарию Агентства охраны окружающей среды США (US EPA), *риск* – это «вероятность повреждения, заболевания или смерти при определенных обстоятельствах»;

количественно риск выражается величинами от нуля (вред не будет нанесен) до единицы (отражающей уверенность в том, что вред будет нанесен)».

Серьезные техногенные аварии последних десятилетий вынудили углубить содержание понятия риска от чисто инженерного обеспечения надежности производства до комплекса мер по поддержанию безопасности населения и окружающей природной среды во время строительства и эксплуатации промышленных сооружений. Теперь МАГАТЭ и ВОЗ обобщают региональный опыт по управлению риском в рамках Программы ЮНЭП/ВОЗ/МАГАТЭ (UNEP/WHO/IAEA/UNIDO) по оценке и управлению риском для здоровья людей и окружающей среды от энергетических и других промышленных систем. Следовательно, риск представляется мерой опасности, сочетая в себе вероятность неблагоприятных событий и объем этих событий в форме потерь, ущерба и убытков.

При выполнении работы анализировались данные лабораторных исследований воздушной среды в г. Томске, регулярно проводимых гидрометеорологической службой на стационарных постах наблюдения (ПНЗ). Это позволяет получить достоверную информацию о реальных условиях загрязнения атмосферного воздуха на всей территории города. Для оценки экологического риска на территории г. Томска, обусловленного химическим загрязнением приземного слоя атмосферы, впервые использованы новые нормативные документы Центра Госсанэпиднадзора Минздрава РФ «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», программное обеспечение EPA US, комплекс программных средств «RISK ASSISTANT» [3].

Выполненные исследования показали, что формальдегид в атмосферном воздухе города Томска может превышать среднесуточную предельно допустимую концентрацию в 4 - 6 раз. Известно, что формальдегид относится к обширному списку веществ, которые на основе эпидемиологических и экспериментальных данных имеют доказательства канцерогенного воздействия на человека и животных. Об этом же свидетельствуют положительные результаты краткосрочных тестов. Формальдегид является единственным из контролируемых химических загрязнителей, обуславливающих индивидуальный канцерогенный риск. Поэтому основная задача дальнейшего исследования заключается в расчете показателей канцерогенного риска за счет поступления формальдегида в атмосферу в пространстве и во времени.

Анализ результатов показывает, что минимальный уровень риска наблюдается на ПНЗ-5 (ул. Герцена, 68), ПНЗ-13 (ул. Вершинина) и ПНЗ-14 (ул. Лазо), по данным за 2002 г. В соответствии с классификацией риска [3] такой риск характеризуется как низкий. Индивидуальный риск в течение всей жизни находится в пределах менее $1 \cdot 10^{-4}$ - более $1 \cdot 10^{-6}$ и соответствует зоне условно приемлемого (допустимого) риска; именно на этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения в целом.

Максимальный уровень риска наблюдается на ПНЗ-2 (площадь им. Ленина), на ПНЗ-11 (перекресток ул. Пролетарской и пер. Баранчуковского) и на ПНЗ-12 (пос. Светлый). По действующим нормативам он характеризуется как средний, и приемлем для загрязнения рабочих зон и превышает для селитебных зон; появление такого риска требует принятия административно-технологических и санитарно-гигиенических мероприятий по уменьшению риска и разработки оздоровительных мероприятий. Максимальные значения индивидуального канцерогенного риска приходятся на 1999-2000 годы, что связано не с возрастанием суммарного выброса газообразных веществ в атмосферу, а с увеличением объемной доли формальдегида.

Средний уровень риска по городу составляет $7,7 \cdot 10^{-5}$. Это означает, что в течение 70 лет возможно возникновение семи дополнительных случаев рака в популяции населения, равной 100000 человек, подвергшихся ингаляционному воздействию формальдегидом. Низкий уровень риска со значениями $8 \cdot 10^{-5}$ и $9 \cdot 10^{-5}$ отмечается в районах ул. Герцена и ул. Лазо, соответственно, и характеризуется как минимальный, что обусловлено отсутствием значимых стационарных техногенных источников загрязнения атмосферы.

Результаты исследования показывают, что величина индивидуального риска $2 \cdot 10^{-4}$ признает вероятным возможность возникновения в течение 70 лет двух дополнительных случаев онкологии в популяции, равной 10000 человек. Такой риск наблюдается в центре города на площади Ленина, а также в пос. Светлом. В соответствии с классификацией уровней риска, такой индивидуальный пожизненный канцерогенный риск имеет средний уровень и является неприемлемым для населения.

Аналогичные исследования в соответствии выполнены в Санкт-Петербурге [4]. Их результаты показали, что значения канцерогенного риска по 20 районам города лежат в интервале от $4,9 \cdot 10^{-5}$ до $11,2 \cdot 10^{-5}$. Это приблизительно соответствует нашим данным для г. Томска за исключением зон со средним уровнем риска. По-видимому, установленный в настоящей работе уровень индивидуального канцерогенного риска от формальдегида, является типичным и может характеризовать урбанизированные территории с высокой техногенной нагрузкой.

Таким образом, развитие методической базы, включая оценку индивидуального экологического риска, позволяет провести зонирование территории города по уровню канцерогенного риска, спрогнозировать возможные последствия для здоровья населения на основе сопоставления количественных уровней риска за длительный период наблюдений, при различных сценариях развития промышленного производства, автотранспорта и хозяйственной деятельности.

Литература

1. Адам А.М. Экологические проблемы регионов России. Томская область. Информационный выпуск № 6 / А.М. Адам, А.Л. Новоселов, Н.В. Чепурных. – М.: ВИНТИ, 2000. – 190 с.
2. Адам А.М. Природные ресурсы и экологическая безопасность Западной Сибири / А.М. Адам, Р.Г. Мамин. – М.: Изд-во НИИ - Природа. – 172 с.

3. Иванова Э.В., Быкова В.В., Осипова Н.А. Оценка риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферу. // Оптика атмосферы и океана. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2006. – Том 19. – № 11. – С. 965 – 968.
4. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска / Под ред. А.П. Щербо. – СПб.: МАПО, 2002. – 370 с.

АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕМ КОМПЛЕКСЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Е.А. Ивасенко

Научный руководитель профессор Е.Г. Языков
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Экологические проблемы нефтегазодобывающих комплексов (НГДК) преимущественно связаны с разливами нефти. Масштабы аварий на нефтепроводах чаще определяют общественный резонанс. Серьезные аварии требуют срочных мер со стороны контролирующих государственных организаций. Ликвидация аварий сопровождается значительными денежными затратами, однако экологический ущерб часто значительно превышает материальные затраты, потраченные на восстановление трубопроводов и рекультивации. Объекты газовой и нефтяной отрасли комплексно влияют на все компоненты окружающей среды. Воздействию подвергаются атмосфера, растительность, почвы, многолетнемерзлые породы, поверхностные воды, подземные воды, недра, животный мир [1].

Источники загрязнения. Появление около 35 % углеводородов нефти в морских акваториях, обычно вызвано разливами и сбросами при транспортировке нефти морем. Разливы при транспортировке и выгрузке составляют менее 35 % от всеобщих размеров и сбросов нефти на почву и в чистую воду окружающей среды. Данные показывают, что эта цифра возросла до 45 % в морских акваториях. В городских районах разливы и выбросы нефти могут составить 10 % или немногим меньше. Большинство разливов нефти в прибрежных или материковых частях происходит при транспортировке.

Ответственность за разливы нефти – сложный и затруднительный процесс, особенно при больших разливах. Степень ответственности определяется размерами и местом разлива.

Разлив величиной 1.000 галлонов в порту или заповедном участке привлечет большее внимание, чем такое же количество нефти разлитой в 200 милях от берега в Атлантическом океане. Опасные вещества, разлитые в океане, в непосредственной близости от берега и основные водные маршруты материковой части находятся под охраной Береговой службы. Все остальные разливы на территории страны находятся под охраной Агентства по защите окружающей среды. Государственные и региональные команды, представляющие соответствующие агентства, координируют работу, связанную с основными разливами нефти.

Проблемы в Мире. В мире нередко происходят разливы нефти:

1). Разлив нефти на месторождении Прудхоу-Бей на Аляске – крупнейший в истории региона, утверждают американские власти. По их оценкам, до 267 тысяч галлонов (1 млн. литров) топлива вылилось из проржавевшего транзитного трубопровода, проходящего по северному побережью штата. Сырой нефтью покрыта заснеженная тундра площадью в 1 гектар на малонаселенном северном побережье Аляски, в 1040 километрах к северу от самого крупного города штата, Анкориджа. Разлив обнаружили 2 марта, после чего трубопровод был перекрыт. Данные о масштабах инцидента основаны на исследовании, проведенном при обнаружении утечки. Источником разлива стала дыра, вызванная внутренней коррозией трубопровода, утверждают власти. Представители "Лиги Аляскинской целины" называют случившееся экологической катастрофой.

Самый масштабный разлив нефти в истории Аляски произошел 24 марта 1989 года. Тогда в результате крушения танкера "Эксон Вальдез" под Анкориджем в море вылилось 42 млн. литров нефти. Загрязненным оказалось побережье протяженностью в 2080 километров. Тогда погибли около 250 тысяч морских птиц, 2800 морских выдр, 300 тюленей, 250 орлов, 22 кита-касатки и неизвестное количество лосося и сельди. В 2004 году федеральный судья на Аляске приговорил нефтяную компанию Еххон к штрафу размером в 6,75 млрд. долларов в качестве компенсации за нанесенный экологии ущерб.

2). В результате кораблекрушения на Черном море у побережья Аджарии (Грузия) 2 февраля 2006 г. произошел разлив нефти. ЧП стало последствием произошедшего 21 января у берегов Аджарии кораблекрушения - турецкий танкер "Озмен" тогда сел на мель близ Батуми. В результате сильного шторма, корпус судна был поврежден. Его владелец выкачал из танкера 25 тонн нефти, однако, несмотря на это, нефть из хранилищ судна все же попала в море. По мнению экспертов Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Грузии, взявших на анализ пробы морской воды, экологическая катастрофа побережью Аджарии не грозит. В то же время собственнику танкера придется выплатить штраф более 36 тысяч долларов.

Проблемы в России. В России, так же, как за рубежом, разливы нефти не исключение. Приведем в пример список некоторых крупных аварий, только одной компании, которые не были опубликованы. Официальные данные по этим авариям, а также объективная информация о них со стороны самой компании в открытом и легкодоступном виде отсутствуют.

15 февраля 2004 г. - в 50 км от Перми на нефтепроводе "Пермь - Альметьевск" (ОАО "Северо-западные магистральные нефтепроводы" - "Транснефть") произошел разлив нефти объемом 200 т. Через две недели поступило уточнение, что объем разлива может составлять от 200 до 6000 т.

23-24 апреля 2004 г. - разлив нефти и пожар в Михайловском районе Волгоградской области на магистральном нефтепроводе "Самара - Лисичанск". Высота пламени достигала 50 м. Огонь удалось потушить только через 20 часов, после того, как большая часть разлившейся нефти выгорела.

24 апреля 2004 г. - около с.Жилинка Бузулукского района Оренбургской области произошел разлив нефти. Причина - незаконная врезка в трубопровод компании АК "Транснефть". Объем разлива - 1000 т.

5 июня 2004 г. - в Нефтекумском районе на Камышбурунской станции ОАО "Черноморсктранснефть" в результате срабатывания взрывных устройств поврежден резервуар объемом 5000 кубометров. Вытекшая нефть загорелась.

20 июня 2004 г. - на трубопроводе Тихорецк - Баку из-за подрыва произошла утечка нефти по первоначальным сообщениям объемом в 60 т. Ранее, 24 мая 2004 года его уже взрывали одновременно с проходящим рядом газопроводом. Через неделю сообщили, что перекачка нефти по маршруту Баку - Новороссийск остановлена, а объем разлившейся и загоревшейся нефти оценивается в 850 кубометров.

14 октября 2004 г. - около деревни Буньково (30 км от г. Иваново) начался пожар на месте разлива нефти из магистрального трубопровода Нижний Новгород - Ярославль. Официально заявленный объем разлива - 50 т нефти.

14 ноября 2004 г. - в Зиминском районе Иркутской области произошел разрыв нефтепровода ОАО "АК Транснефть", в результате чего нефть стала фонтанировать на высоту до 30 м. Площадь загрязнения составила 6 га, объем разлива оценен в 5 тысяч кубометров. Причиной разрыва трубопровода названа деятельность неизвестного экскаватора.

21 ноября 2004 г. - на нефтепроводе "Омск-Иркутск" произошла утечка нефти. Топливо разлилось на площади около 30 квадратных метров. В общей сложности на грунт вытекло около 8 кубометров нефти. Причина аварии – незаконная врезка с целью хищения нефти.

9 марта 2005 г. - в Кинельском районе Самарской области произошла утечка 100 кубометров нефти из неработающего резервного магистрального нефтепровода "Колтасы - Куйбышев". Его владельцем является ОАО "Северо-Западные магистральные нефтепроводы". Причина утечки - незаконная врезка.

28 июня 2005 г. - на нефтепроводе "Дружба" в Кузоватовском районе Ульяновской области вследствие незаконной врезки произошла утечка нефти. По одним источникам его площадь составила около 1500 кв.м. По другим - фонтан нефти высотой 15 м бил в течение суток и площадь загрязнения составила 4000 кв.м.

23 ноября 2005 г. - около села Предметкино в Кемеровской области в течение нескольких часов из магистрального трубопровода Анжеро-Судженск – Красноярск (ОАО "Транссибнефть") бил фонтан нефти. По официальным данным объем разлива составил 350 кубометров. Загрязнено 2,5 га леса. Нефть разлилась на 150 м вдоль полотна Западно-Сибирской железной дороги, на которой на несколько часов было остановлено движение поездов. Одна из версий причин аварии – воздействие экскаватора, другая - изношенность трубопровода.

8 марта 2006 г. - на 1224 км магистрального нефтепровода "Нижневартовск-Курган-Куйбышев" в районе с.Туймазы на территории Республики Башкортостан (в 150 км западнее г. Уфа) произошел порыв трубы нефтепровода (диаметр трубы 1200 мм, давление 50 атм.) без возгорания. В результате порыва произошел разлив нефти объемом около 800 куб. м. Площадь загрязнения составила 500 кв. м. Несмотря на установку 16 боновых ограждений и обваловку берега реки нефть все равно проникла в реку Бишинда, и было зафиксировано многократное превышение ПДК по нефтепродуктам [1].

Литература

1. Грива Г.И. Геоэкологические условия разработки газовых месторождений Ямала. – Томск:Изд-во ТГУ, 2005. – 330 с.

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЧЕЛОВЕКА

Т.Н. Игнатова

Научный руководитель доцент Н.В. Барановская

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Живой организм содержит почти все элементы, входящие в периодическую систему Д.И.Менделеева, но содержание их значительно отличается, об этом писал академик В.И.Вернадский ещё в 30-х годах XX века. В.И. Вернадский отмечал, что химический состав организмов теснейшим образом связан с химическим составом земной коры, и подчёркивал, что изучать биологические вопросы изучением только одного, во многом автономного организма нельзя, т.к. он нераздельно связан с земной корой и вне связи с ней в природе не существует [3].

Поскольку химические элементы играют важную роль в биохимических, физиологических и других функциях живого организма, задача изучения региональных особенностей их накопления в органах и тканях биологических объектов в настоящее время является весьма актуальной. Сложность проблемы заключается в том, что по существу дела нет нормы содержания элементов для практически или условно здорового организма и ткани человека. Так, например, при обзоре литературных источников и справочных материалов было выявлено, что отсутствуют данные по содержанию многих химических элементов, а проблема достаточно серьёзная, речь идёт о здоровье людей. Избыток или недостаток в организме отдельных химических элементов или их соединений приводит чаще всего к возникновению патологических состояний.

Нами были изучены следующие биосреды человека: кровь, волосы, щитовидная железа, грудное молоко кормящих матерей и моча их детей. В основу аналитических исследований положен высокочувствительный инструментально нейтронно-активационный анализ с облучением тепловыми нейтронами (ИНАА). Облучение проб производится в ядерном реакторе при потоке медленных нейтронов. Этот анализ выполнялся на исследовательском реакторе Томского политехнического университета в ядерно-геохимической лаборатории старшим сотрудником А.Ф. Судыко.

Кровь часто используют в качестве контролируемого биосубстрата в исследованиях, связанных с проблемами охраны окружающей среды. Для такого субстрата как кровь человека характерна относительная стабильность состава. Любое отклонение вызывает у человека различные патологии, что в свою очередь служит

показателем изменения состояния окружающей среды [1]. Изучение изменений микроэлементного состава крови является важным с точки зрения практической медицины – служит для выявления и прогнозирования заболеваний, что широко применяется, для индикации состояния окружающей среды, а также в целях составления региональных эталонов, которые важны для представления о микроэлементном составе всего организма человека. При сравнении содержания элементов в крови человека из литературных источников с результатами наших исследований было выявлено, что в крови жителей Томской области интенсивно накапливаются такие элементы, как Na, Cr, Fe, Zn, Br, Rb, Sb, Sc, U.

Таблица

Содержание элементов в исследуемых биосредах жителей Томской области

Элемент	Кровь N=186	Волос N=470	Щитовидная железа N=100	Молоко N=29	Моча N=13
Na	4164	810	6655	1900	24738
Ca	876	3022	8960	2395,24	6277
Sc	0,006	0,11	0,015	0,06	0,02
Cr	1,07	7,6	2,2	1,39	0,25
Fe	3280	1198	803	188,1	108
Co	0,046	0,34	0,23	0,72	0,11
Zn	16,2	164	263	35,61	189
As	0,7	0,32	0,25	0,31	0,85
Se	0,6	0,23	5,0	0,25	0,65
Br	14,3	18,2	180	11,7	835
Rb	9,2	1,09	5,6	5,64	89,5
Sr	14	15	20	13,1	14,8
Ag	0,1	0,41	0,25	0,1	0,13
Sb	0,05	0,19	0,6	0,05	0,59
Cs	0,03	0,06	0,1	0,09	0,4
Ba	8,5	10	24	11,9	10
La	0,14	0,41	0,6	0,09	0,23
Ce	0,11	0,39	0,28	0,33	0,5
Sm	0,03	0,11	0,58	0,08	0,37
Eu	0,01	0,007	0,01	0,04	0,02
Tb	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Yb	0,1	0,04	0,08	0,03	0,09
Lu	0,005	0,023	0,005	0,003	0,03
Hf	0,01	0,09	0,04	0,03	0,09
Ta	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02
Au	0,002	0,07	0,02	0,01	0,21
Hg	0,2	0,05	0,75	1,15	17,1
Th	0,01	0,16	0,04	0,04	0,04
U	0,04	0,15	0,68	0,1	0,1

Волосы детей являются одним из легкодоступных для исследования биосубстратов. Изучение их микроэлементного состава в последнее время широко применяется в экологических исследованиях, чутко отражают уровень поступления химических элементов в организм и, в целом, их элементный состав показывает техногенную нагрузку. Для Томской области отмечается высокое содержание Na, Br, Cr, Sr в волосах детей по сравнению со справочными данными.

Щитовидная железа - чуткий индикатор изменения состояния окружающей среды, в значительной степени является концентратом многих химических элементов. В сравнении со справочными данными они выше в Томской области по таким элементам как Fe, Br, Ca, Cr.

Исследовался элементный состав грудного молока кормящих матерей и моча их детей. Элементный состав мочи детей характеризуется повышенным содержанием по сравнению с грудным молоком матерей различных элементов, например: Na, Ca, Zn, Br, Rb, Sb, Sm, La, Ce, Yb, Lu, Hg, As. Это свидетельствует о том, что эти элементы наиболее интенсивно выводятся из организма детей.

В целом результаты наших исследований показали, что общая особенность жителей Томской области – это повышенное содержание Br, а также то, что в биосубстратах содержание лантана выше по сравнению с церием, хотя для неживой природы характерно обратное соотношение. Все результаты проиллюстрированы в таблице.

Таким образом, обзор состояния вопроса о содержании элементов в организме человека на сегодняшний день показывает, что данные практически отсутствуют, нет полноценных сведений об элементном составе человека с учётом региональных условий его проживания нет норм. Наиболее полные исследования выполнены в 70-х годах XX века и содержат не полный спектр химических элементов [5]. Существенное влияние элементный состав окружающей среды оказывает на возникновение патологий у человека, что в свою очередь диктует необходимость изучения этого вопроса. Чрезвычайно важно изучение геохимических особенностей патологически измененных тканей и органов животных и человека, исследование динамики изменения

элементного состава на разных стадиях развития болезни. Это может стать одним из возможных диагностических признаков развития патологий, их профилактики и лечения. Когда будут получены нормы и региональные показатели, то можно будет давать определённые рекомендации по заболеваниям.

Одна из главных задач ВОЗ - убедить национальные и международные руководящие органы, а также широкую общественность в наличии теснейшей взаимосвязи между здоровьем людей и состоянием окружающей среды, и необходимо помнить, что здоровье человека является важнейшей задачей настоящего времени тем более сложившихся условиях экологического кризиса планеты [2].

Литература

1. Геохимия окружающей среды / Под ред. Саета Ю.Е., Ревича Б.А., Янина Е.Н. и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
2. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. – Новосибирск, СО РАМН, 2002. – 230с.
3. Орлов Д.С. Микроэлементы в почвах и живых организмах // Соросовский журнал. – М., 1998. – № 1. – С.61 – 68.
4. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
5. Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Игнатова Т.Н. К геохимии живого вещества // Тяжёлые металлы, радионуклиды в окружающей среде: Доклады IV международной научно-практической конференции. – Семипалатинск, 2006. – С. 19 – 40.
6. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ТОМСКОГО РАЙОНА ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

М.В. Каличкина

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, доцент Н.А. Осипова
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одна из актуальных проблем человечества в современных условиях – ухудшение качества питьевой воды, что непосредственно влияет на здоровье населения. Качество воды, подаваемой потребителю, в конечном итоге определяется эффективностью систем водоподготовки и водоочистки.

Большая часть населенных пунктов Томского района Томской области сосредоточена на территории Обь-Томского междуречья, где расположен один из крупнейших в России подземный водозабор, снабжающий питьевой водой г. Томск. Основным источником для централизованного и локального водоснабжения населенных пунктов на Обь-Томском междуречье является палеогеновый водоносный комплекс. На него приходится наибольшее число разведанных запасов. На юго-востоке междуречья отложения палеогена отсутствуют. Источником водоснабжения в расположенных здесь населенных пунктах (пп. Кисловка, Кандинка, Калтай и др.) являются воды второй надпойменной террасы р. Томи, которые только на 70 % обеспечивают потребность в воде. Воды палеозойских образований обеспечивают 30 % этой потребности. Запасы подземных вод в этом районе ограничены и подвержены сезонным колебаниям, что осложняет организацию водоснабжения населенных пунктов [6, 7,4].

Водоснабжение населенных пунктов осуществляется как централизованным путем, так и одиночными скважинами. Анализ статистических данных показывает, что 80,3 % населения Обь-Томского междуречья пользуются водой из артезианских скважин, подаваемой специализированными предприятиями, ориентированными на обеспечение населения питьевой водой (ОАО «Томскводоканал», предприятия ЖКХ). Протяженность водопроводных сетей на Обь-Томском междуречье составляет 160 км, 68 скважин объединены в централизованные системы водоснабжения, 48 из которых оборудованы водонапорными башнями. Из 8 округов Обь-Томского междуречья только Зоркальцевский, Рыбаловский и частично Зареченский (пп. Кисловка и Кандинка) производят предварительную очистку артезианских вод перед подачей ее населению). Все остальные сельские округа предварительную подготовку вод вообще не осуществляют. Частичное осаждение железа осуществляется за счет отстаивания в водонапорной башне. Таким образом, население использует для хозяйственно-питьевых целей воду, не соответствующую нормативным требованиям [6].

Оценка риска для здоровья – это количественная и качественная характеристика вредных эффектов, способных развиваться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях уровня воздействия. Для оценки неканцерогенного риска для здоровья населения Томского района при потреблении питьевой воды взяты данные химического состава подземных вод (2001-2003 гг.) ряда населенных пунктов Томского района. Данные анализов свидетельствуют о неудовлетворительном качестве питьевой воды в ряде населенных пунктов Томского района (например, Киргизка, Барабинка). По нескольким показателям (в первую очередь, концентрации железа и марганца) эта вода не соответствует нормативам качества.

Для оценки риска для здоровья населения применили методологию оценки риска [5]. Данный нормативный документ был использован для изучения влияния водоподготовки в населенных пунктах на изменение химического состава подземной воды, и, как следствие, степени риска заболеваемости.

Риск может возникнуть только при наличии опасности и соответствующих условий воздействия (экспозиции) на определенную популяцию:

Риск = (опасность) x (доза) x (время).

Доза - количество химического вещества, воздействующего на организм при оценке соотношения между дозой и реакцией. Расчет воздействующих доз в соответствии с методологией [5] проводят по формуле [3]:

$$I = (C \times CR \times ED \times EF) / (BW \times AT), \quad (1)$$

где **I** - поступление (количество химического вещества на границе обмена) мг/ кг массы тела в день; **C** - концентрация химического вещества: средняя концентрация, воздействующая в период экспозиции (например, мг/л воды); **CR** - величина контакта: количество загрязненной среды, контактирующее с телом человека в единицу времени или за один случай воздействия (например, л/день); **ED** - продолжительность воздействия, число лет; **EF** - частота воздействия - число дней/год; **BW** - масса тела человека: средняя масса тела в период экспозиции, кг; **AT** - период осреднения экспозиции, число дней.

Коэффициент опасности (HQ) - отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (референтному уровню воздействия), отражает риск развития неканцерогенных эффектов. Расчет коэффициента опасности проводится по следующей формуле:

$$HQ=AD/ RfD, \quad (2)$$

где **AD** - средняя доза (мг/кг-день); **RfD** - референтная (безопасная) доза (мг/кг-день).

Принятыми критериями градации коэффициента опасности являются следующие:

Чрезвычайно высокий >10.

Высокий 5-10.

Средний 1-5.

Низкий 0,1-1,0.

Минимальный менее 0,1.

Для анализа состояния и эффективности работы водохозяйственного комплекса Томского района были проанализированы данные химических анализов питьевой воды по 52 населенным пунктам Томского района Томской области, был подсчитан коэффициент опасности для здоровья населения при потреблении данной воды. Рассчитанный коэффициент неканцерогенной опасности, в основном меньше 1, а в некоторых населенных пунктах больше единицы. По критериям градации коэффициента опасности (КО) [3] населенные пункты были объединены в 4 группы и в данных группах были подсчитаны средние коэффициенты опасности.

Населенные пункты I-й группы (HQ <0,1) – 9 населенных пунктов, средний HQ=0,066.

Населенные пункты II-й группы (HQ 0,1-0,5) - 33 населенных пункта, средний HQ=0,261.

Населенные пункты III-й группы (HQ 0,5-1) - 8 населенных пунктов, средний HQ=0,652.

Населенные пункты IV-й группы (HQ >1) - 2 населенных пункта (Киргизка и Барабинка), средний HQ=1,043.

Расчет и оценка неканцерогенных рисков были выполнены для следующих компонентов (Cl^- , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , Fe, Mn). Большой вклад в КО в населенных пунктах вносят ионы железа и марганца (железо оказывает раздражающее действие на организм, вызывает гемохроматоз и аллергию; повышенное содержание марганца может привести к избытку марганца в организме человека, что в свою очередь влечет за собой поражение центральной нервной системы [1].

Таблица

Коэффициенты опасности по основным компонентам питьевой воды Томского водозабора и населенных пунктов Томского района

	Хлориды	Аммоний	Нитриты	Нитраты	Железо	Марганец	Суммарный (HQ)
RfD, мг/кг	350	0,98	0,1	1,6	0,3	0,14	
Томск (Подземный водозабор)	0,0097	0,0117	0,0013	0,038	0,0053	0,001	0,068
Населенные пункты I-й группы	0,0003	0,0051	0,0015	0,0140	0,0334	0,0172	0,067
Населенные пункты II-й группы	0,0006	0,0138	0,0038	0,0193	0,1956	0,0761	0,262
Населенные пункты III-й группы	0,0004	0,0224	0,0066	0,0080	0,4543	0,0790	0,652
Населенные пункты IV-й группы	0,0004	0,0087	0,0058	0,0089	0,4875	0,0334	1,043

Из 52 изученных поселков 9 вошли в I группу, риск употребления питьевой воды в которой следует считать минимальным (приемлем для населения в целом; появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий в условиях населенных мест). Большинство поселков попали во II-III группы, риск употребления питьевой воды в которых расценивается как низкий. Вероятность развития у человека критических эффектов при ежедневном потреблении питьевой воды в течение жизни незначительная при данном уровне риска и такое воздействие характеризуется как допустимое. Два населенных пункта - Киргизка, Барабинка отнесены к IV группе, риск употребления питьевой воды в которой расценивается как средний - неприемлем для населения в целом. В этих населенных пунктах ситуацию можно изменить, по-видимому, путем строительства и усовершенствования работы централизованных водоочистных сооружений.

Ранее расчет и оценка канцерогенных рисков при потреблении питьевой воды были проведены для населения г. Томска [2]. Для анализа состояния и эффективности работы водохозяйственного комплекса г. Томска и Томского района сопоставим данные по коэффициентам опасности (таблица).

Наибольший вклад в суммарный риск вносят железо и марганец, и именно это обстоятельство отличает воду населенных пунктов Томского района от воды, прошедшей водоподготовку и водоочистку на Томском подземном водозаборе

Коэффициент неканцерогенной опасности прошедшей водоподготовку на Томском подземном водозаборе в 15 раз меньше HQ в воде населенных пунктов IV-й группы, что говорит о неудовлетворительном качестве питьевой воды в ряде населенных пунктов Томского района, свидетельствуя о необходимости строительства и усовершенствования там работы водоочистных сооружений, а также подтверждает эффективность водоочистки на Томском подземном водозаборе.

Таким образом, для Томского района одной из важнейших является проблема разработки и эколого-экономического обоснования технологий эффективной очистки подземной воды для малых населенных пунктов с учетом особенностей ее химического состава. Традиционно применявшиеся технологии и сооружения по очистке воды из поверхностных источников, включающие коагулирование, хлорирование, отстаивание, фильтрование зачастую не могут обеспечить необходимую степень очистки питьевой воды. Попытки применения общепринятых технологических схем для воды из подземных источников для железистых, богатых органоминеральными комплексными соединениями вод Западной Сибири чаще всего также неэффективны.

Литература

1. Волкотруб Л.П., Егоров И.М. Питьевая вода Томска. Гигиенический аспект. – Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 196 с.
2. Каличкина М.В. Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения при потреблении питьевой воды // Проблемы геологии и освоения недр: Труды X Международного симпозиума студентов, и молодых ученых. – Томск, 2007. – Т.2.
3. Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды // А.А. Белоног, Т.И. Слажнева и др. – Алматы, 2004. – 42 с.
4. Проблемы использования природных вод бассейна реки Томи для хозяйственно-питьевого водоснабжения / Г.М. Рогов, В.К. Попов, Е.Ю. Осипова. – Томск: Изд-во Томск. гос. архит.-строит. ун-та, 2003. – 218 с.
5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, руководство р. 2.1.10.1920-04 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004). – М., 2004.
6. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич, Ю.Ю. Галямов, Б.И. Юргин, В.В. Золотарева. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2002. – 143 с.
7. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, Ю.И. Сухих, Н.В. Барановская и др. – Томск, 2006. – 216 с.

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ДОБЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ НА ПОЧВЫ И ВОДЫ

П.С. Кернякевич

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Загрязнением окружающей среды называется прямое или косвенное негативное воздействие на нее, вызываемое антропогенной деятельностью. Выбросы, поступающие в природную среду в виде газообразных, твердых, жидких веществ – первичных загрязнителей могут взаимодействовать между собой, с элементами природы и зачастую образуют новые вещества, так называемый синергетический эффект, которые выступают как вторичные загрязнители. Их негативное влияние на природу можеткратно превышать вред, наносимый первичными загрязнителями.

Для добывающих отраслей взаимодействие с природными объектами является основой функционирования. Именно через эти отрасли происходит поступление сырья в экономику, через эти отрасли происходит материальное развитие всей человеческой цивилизации. Поэтому значительная часть накопившихся экологических проблем вызвана функционированием добывающих отраслей.

Ущерб, наносимый природе, намного превосходит ущерб, причиненный другими отраслями экономики, которые пользуются уже добытым и обогащенным сырьем, объемы которого намного меньше первоначально извлеченного из недр сырья. Поэтому, если не по степени токсичности, то по объемам и массе загрязнений добывающие отрасли являются лидерами. Ущерб наносится на всех этапах добычи и транспортировки сырья. Потери в результате транспортировки сырья приобретают в последнее время особую актуальность.

Полезные компоненты в извлеченном сырье, как правило, содержатся в малых количествах. Поэтому сырье требует обогащения, в результате которого извлекаются полезные компоненты и остаются отходы обогащения. Величина отходов многократно превосходит объемы полезных компонентов. Отходы, образующиеся после обогащения, требуют утилизации. Утилизация, не вызывающая нарушений и загрязнений окружающей среды, не производится. Например, при подземном способе добычи полезных ископаемых только в *европейской части России* ежегодный объем различных побочных продуктов добычи достигает: для твердых отходов – 0,7 млрд. м³, для шахтных вод – 1,5 млрд. м³, вместе с которыми сбрасываются в природные водоемы до 120 тыс. тонн механических примесей и более 2 млн. тонн минеральных солей, а в атмосферу попадает более 3 млн. тонн твердых и газообразных веществ. При подземной разработке на каждую 1 тыс. тонн добытого угля на поверхность выдается от 230 до 800 тонн породы, до 9000 тыс. м³ шахтных вод, от 50 до 570 м³ газа [7]. Эти гигантские массы вещества, горных пород, извлеченных из недр, и прочих отходов обогащения и производства

размещаются на поверхности и, не являясь естественными образованиями, нарушают природный баланс, отравляют землю, воду и воздух, приводят к гибели и исчезновению многих видов живых организмов.

В широко применяемом во всем мире способе добычи нефти из нефонтанирующих скважин используется вода в качестве вытеснителя нефти из нефтяных пластов. При этом требуемые объемы воды для вытеснения нефти могут значительно превышать объемы извлекаемой нефти. Эта технология извлечения нефти является целесообразной, даже в случаях, когда доля нефти в извлекаемой из пласта жидкости (вода, нефть, минеральные соли, различные примеси) не превышает 5 %. Величина требуемого объема воды, в этом случае, может быть в десятки раз больше объемов извлекаемой нефти. Для закачки в нефтяные пласты используется вода из наземных водоемов и подземных источников. После выделения нефти из скважинной жидкости, значительные объемы воды, загрязненные остатками нефти и технологическими отходами, возвращаются в окружающую среду (в поверхностные водные объекты и подземные источники). Официальная статистика не учитывает многие виды прямого ущерба, который наносится природе, не говоря уже о косвенном. При средних по России в последние годы объемах добываемой нефти в размере 300 - 500 млн. тонн, используемый объем воды намного превышает указанные объемы нефти. Так как плотность нефти меньше плотности воды, то для вытеснения из пласта одной тонны нефти требуется масса воды больше тонны. Поэтому, можно предположить, что объемы загрязнения воды, используемой в целях добычи нефти, превышает 300 - 500 млн. тонн, что, с учетом закачки сбросов в подземные источники, намного превосходит данные официальной статистики о сбросах сточных вод в поверхностные водные объекты, приведенные в таблице 1 (одна тонна воды имеет объем, равный одному метру кубическому).

Таблица 1

Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в нефтедобывающей промышленности [4]

Год	1995	1996	1997	1998	1999
Объемы, млн м ³	31	25	21	11	4

Не следует забывать о вреде, наносимом водным (поверхностным и подземным) объектам, из которых производится забор требуемых объемов воды. Это, прежде всего, вызывает негативные изменения существующих водных режимов (изменение уровня воды, обмеление).

Принятые в РФ законы и нормативные акты требуют от предприятий проведения мероприятий по устранению нанесенного ущерба. Улавливание загрязняющих веществ в нефтедобыче не превышает 1,7 - 2,9 %, в газовой отрасли составляет 27,1 - 39,8 %, в угольной промышленности 16,3 - 32,8 %. Мероприятия по рекультивированию земель не восстанавливают полностью всю площадь нарушенных земель, хотя наблюдается тенденция к уменьшению нарушенных площадей и увеличению рекультивированных. Применение традиционных подходов к устранению негативного влияния на природу не способствует решению экологических проблем.

Стоит еще раз подчеркнуть, что современная экономика не может функционировать без сырья. Добывающие отрасли решают задачу обеспечения экономики требуемым сырьем, для которых взаимодействие и влияние на природные объектами является основой функционирования. Именно через эти отрасли происходит поступление сырья в экономику. Очевидно, что значительная часть накопившихся экологических проблем вызвана работой этих отраслей. Загрязнение природы может быть охарактеризовано объемами образования токсичных отходов.

Одной из причин существующих экологических проблем является несовершенство российского законодательства. В качестве последствий несовершенства законодательства можно привести пример загрязнений углеводородами воды и почвы, источниками которых являются нефтебазы, нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие предприятия. Процесс загрязнения углеводородами происходит практически на каждом технологическом этапе добычи, транспортировки и переработки углеводородов и других полезных ископаемых. Нефтебазы, кроме выбросов нефтепродуктов, являются источником выбросов фенолов, железа, брома, аммония, марганца. Нефтеперерабатывающие предприятия загрязняют окружающую среду свинцом, хлоридами, сульфатами, формальдегидами, аммонием, нитратами, толуолом и этилбензолом. Данные о загрязнении подземных вод и почв предприятиями добывающей промышленности приведены в таблице 2 [2, 6].

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются одними из загрязнителей атмосферы. К группе ПАУ относят несколько сотен соединений, куда входит флуорантен, бенз(а)пирен и прочие. В соответствии с гигиеническими нормативами № 1.1.029.95, утвержденными Госсанэпиднадзором РФ, бенз(а)пирен отнесен к канцерогенам, к I группе. Основными источниками выбросов ПАУ являются установки сжигания топлива (ТЭС, ГРЭС, котельные), нефтехимическая и топливная промышленность (добыча и переработка угля).

Ароматические углеводороды являются соединениями, оказывающими разрушающее действие на здоровье человека:

- бензол вызывает заболевания печени и почек;
- бенз(а)пирен вызывает онкологические заболевания;
- пента-хлорфенол воздействует на печень, почки, вызывает онкологические заболевания.

На основании приведенных данных и общего анализа ситуации можно сделать вывод, что в результате нерационального природопользования предприятия добывающих отраслей:

- оказывают сильную негативную антропогенную нагрузку на природу, вызванную необходимостью обеспечения экономики сырьем;
- могут являться причиной природных катаклизмов и приводить к стихийным бедствиям;
- вызывают ухудшение здоровья, снижают уровень жизни и благосостояния населения;
- наносят огромный ущерб экономике страны.

Таблица 2

Приоритетные загрязнения, обнаруженные в подземных водах в зонах влияния различных объектов

Объекты хозяйственной деятельности	Загрязняющие вещества, обнаруженные в подземных водах в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы
Нефтебазы	Нефтепродукты, СПАВ (синтетические поверхностно активные вещества), фенолы, железо, бром, аммоний, марганец
Нефтеперерабатывающие предприятия	Нефтепродукты, фенолы, СПАВ, свинец, хлориды, сульфаты, ХПК (химическое потребление кислорода), формальдегид, аммоний, нитраты, толуол, этилбензол, ксилол
Нефтяные месторождения	Нефтепродукты, хлориды, фенолы, СПАВ, ртуть, марганец, железо
Нефте- и газопроводы	Нефтепродукты, СПАВ
Рудообогатительные и металлургические предприятия	Ксантогенаты, марганец, железо, барий, сульфаты, никель, стронций, титан, фтор, алюминий, мышьяк, цинк, свинец, медь, молибден, цианиды, роданиды, минерализация.

К экономическому ущербу приводят как прямые потери сырья, так и ухудшение качества природных ресурсов (вода, почва), которые в дальнейшем становятся непригодными для использования в других видах хозяйственной деятельности. Требующие разрешения экологические проблемы приводят к экономическим потерям, размер которых составляет миллиарды долларов.

Литература

1. Мелехин Е.С., Монастырных О.С., Шевчук А.В. Сборник аналитических и нормативных материалов по отчислениям на воспроизводство минерально-сырьевой базы // Экологический вестник России. – М., 2000. – № 4. – С. 37 – 42.
2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25 июля 2001 г. N 19 "О введении в действие санитарных правил - СП 2.1.5.1059-01". – Приложение 2. – М., 2001.
3. Рыбальский Н. Г., Малярова М. А., Горбатовский В. В. Экология и безопасность (справочник) / Под. ред. Н.Г. Рыбальского. – М.: ВНИИПИ, 1993. – Т. 1, Т. 2, Т. 3.
4. Промышленность России 2000. Статистический сборник. – М.: Государственный комитет РФ по статистике, 2000. – С. 413.
5. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействий электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты. – М.: МЗ СССР, 1984. – 8 с.
6. Экологическая экспертиза проектов. Справочник / Под. ред. М.А. Пустовойта. – Киев: Урожай, 1986. – 191 с.
7. Экологический вестник России. – М., 2002. – № 5. – С. 23 – 24.
8. Экогеология России. Европейская часть / Гл. ред. Г.С. Вартамян. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – Т.1. – 300 с.

СОЗДАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГРУНТОВЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВ

М.В. Кожевникова

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

*Санкт–Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Под влиянием производственной деятельности в районах добычи нефти и газа наблюдается трансформация подземной гидросферы, заключающаяся в изменении гидродинамических и гидрохимических параметров подземных вод, в загрязнении и ухудшении качества вод, изменении условий питания и разгрузки, что ведет к их истощению.

Основными факторами в районах нефтепромыслов, оказывающими негативное влияние на подземную гидросферу, являются:

- негерметичность и аварийность систем сбора, транспорта и подготовки нефти и воды;
- утилизация сточных вод;
- снижение или повышение пластового давления в результате разработки месторождений;
- отсутствие цемента за кондуктором или эксплуатационной колонной.

Первым этапом по изучению техногенного изменения природной гидрогеологической среды в районах негативного влияния предприятий нефтегазовой отрасли является оценка природной защищенности пресных подземных вод от загрязнения как «сверху», так и «снизу» – в основном, наличие или отсутствие выдержанного водоупора, подстилающего или перекрывающего пресный водоносный горизонт; глубина залегания уровня подземных вод; соотношение пьезометрических уровней пресных и соленых водоносных горизонтов; гидравлическая связь поверхностных и подземных вод и т.д.

В этой связи, с целью своевременного выявления загрязнения в районах с интенсивной техногенной нагрузкой необходима система мониторинга изменения подземных вод и контроля их качества.

Мониторинг грунтовых вод позволяет:

- определить наличие и степень загрязнения грунтовых вод, его интенсивность и объем;
- определить степень опасности распространения загрязнения;
- определить направление миграции загрязнений;
- судить о необходимости проведения санирующих мероприятий, реконструкции дренажных систем, замены и ремонта оборудования;
- определить наличие слоя плавающих нефтепродуктов (СПНП) на поверхности грунтовых вод, их состав и возраст, что дает возможность идентифицировать старые и новые загрязнения, своевременно фиксировать вероятные новые разливы.

Разработка месторождений нефти и газа сопровождается авариями по разливу нефти, что ведет к возникновению на прилегающих территориях неблагоприятных экологических ситуаций, проявляющихся в формировании загрязненных грунтовых вод и, соответственно, лито- и гидрогеохимических ореолов загрязнения, что приводит к полному уничтожению растительности, трансформации состава покровных отложений, поверхностных и подземных вод, а также повышению миграционной способности загрязняющих элементов.

В свете увеличения добычи и переработки нефти и нефтепродуктов в соответствии с «Энергетической стратегией России до 2020 года», вопросы защиты и своевременного мониторинга окружающей среды становятся крайне актуальными. Основой для безопасного функционирования предприятий ТЭК является четкое представление, как о современном экологическом состоянии компонентов природной среды, так и о возможных сценариях их развития под воздействием природных и техногенных факторов. Четкая идентификация природы нефтезагрязнения гидросферы во многих случаях затруднена, что связано со следующими факторами:

- сложным составом самой нефти и выработанных из нее нефтепродуктов;
- относительно быстрой трансформацией поступающих в гидросферу углеводородов за счет процессов их геохимической и микробиологической деструкции, приводящей к образованию новых (иногда более токсичных) соединений;
- сложным характером пространственного и временного перераспределения органических соединений в литосфере при их миграции за счет широкого диапазона растворимости, адсорбционных свойств и других факторов.

Факторы негативного воздействия нефтезагрязнений на компоненты природной среды определяются количеством загрязняющих веществ, их физическим состоянием и свойствами, а также мобильностью загрязняющих веществ, то есть их миграционной способностью.

Загрязнение грунтовых вод растворимыми фракциями нефтепродуктов непосредственно связано с распространением СПНП. Нефтепродукты в растворимом виде вместе с грунтовыми водами перемещаются намного быстрее, чем сам слой нефтепродуктов, и загрязнение распространяется на большую территорию. Следует отметить, что летучие углеводороды легче растворяются в воде и их скорость распространения больше, чем у других углеводородов (начиная с C_{12}).

Пунктами наблюдения сети мониторинга могут быть естественные родники, колодцы, шахты, скважины. При сложном строении водовмещающей толщи, большой мощности и наличии гидравлической связи водоносных горизонтов наблюдательная сеть оборудуется системой поэтапно расположенных фильтров.

Источник загрязнения может находиться достаточно далеко от пунктов наблюдения, в которых констатируется наличие нефтепродуктов. Это связано с тем, что за счет перераспределения нефтепродуктов в

литосфере при нештатных ситуациях наибольшая часть нефтепродуктов задерживается и залегает в грунтах. В грунтах загрязнение распространяется на большие расстояния, чем в водоупорных породах, за счет меньшей сопротивляемости грунта и большей фильтрационной способности. Этот фактор затрудняет точное определение места утечек.

С целью выявления, оконтуривания, контроля и дренирования грунтовых вод необходимо создание разветвленной дренажно-наблюдательной сети колодцев, которая станет неотъемлемой частью общей системы мониторинга и позволит выявить первостепенные объекты для проведения санационных мероприятий.

Месторождения нефти и газа различаются геологическими, гидрогеологическими, геоморфологическими, гидрологическими, климатическими и другими особенностями. В связи с этим количество пунктов и режим наблюдений определяются исходя из конкретных природных условий, а также в зависимости от типа и характера источника загрязнения, при этом необходимо максимально получить интересующую информацию при минимальных затратах.

В сложившейся к настоящему времени ситуации в районах негативного техногенного воздействия предприятий нефтяной промышленности возможны два принципиальных подхода формирования систем контроля качества гидрогеологической среды:

1. Создание системы контроля на конечном этапе поисково-разведочных работ на нефть и газ и на стадии пробной эксплуатации. Основной задачей гидрогеохимического мониторинга на этой стадии работ является выявление фонового загрязнения вод и проведение профилактических мероприятий.

2. Создание системы контроля на уже разрабатываемых месторождениях. Здесь помимо оценки качества пресных подземных вод внимание уделяется также геохимическим преобразованиям вмещающих и подстилающих пород в результате физико-химического воздействия. Это позволит определить условия оптимального взаимодействия окружающей среды с возрастающей техногенной нагрузкой и своевременно проводить мероприятия по предотвращению негативных последствий загрязнения природной среды.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ОАО «ТНК-НИЖНЕВАРТОВСК»

Ю.С. Кокунина

Научный руководитель доцент В.Б. Барахнина

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Концепции управления рисками довольно давно применяются на зарубежных нефтегазодобывающих предприятиях и получают все большую популярность в России. В первую очередь это обусловлено тем, что экономические оценки экологических рисков являются необходимым компонентом страхования, и не только экологического. В связи с этим в Российской Федерации все предприятия-недропользователи делят на три группы опасности для окружающей природной среды (ОПС):

- функционирующие с риском, полностью приемлемым для ОПС (малоопасные предприятия);
- функционирующие с риском, приемлемым частично для ОПС (опасные предприятия);
- функционирующие с риском, полностью неприемлемым для ОПС (особо опасные предприятия).

В данном случае ОАО «ТНК-Нижнеуртовск» само выразило заинтересованность в оценке возможных финансовых последствий различных событий в нефтегазовом хозяйстве, неблагоприятных для ОПС.

Экологические риски исследовали как вероятность наступления неблагоприятного с точки зрения воздействия на ОПС события, при этом понятие ущерба связывается с ухудшением состояния или даже гибелью объекта (взрывы и пожары на пожароопасных объектах, аварии на нефтепроводах и водоводах, несанкционированные сливы), которые характеризуются определенным размером потерь.

Для экономической оценки экологических рисков нефтегазодобывающей компании ОАО «ТНК-Нижнеуртовск» использовали показатели ущерба ОПС. При этом значение риска определяли произведением показателя вероятности неблагоприятного события и экономического ущерба от его наступления, а оценка риска выражалась в денежных единицах.

Эколого-экономические риски ОАО «ТНК-Нижнеуртовск» определялись как риски экономических потерь, ущербов, которые могут возникать вследствие ухудшения качества ОПС (экологических нарушений). Состояние компонентов ОПС в первом приближении было определено с помощью критериев экологической обстановки для выявления зон чрезвычайных ситуаций и экологического бедствия.

Необходимо отметить значительный вклад в развитие экологического страхования и управление экологическими рисками государственной и отраслевой политика в области безопасности деятельности опасных производственных объектов. Так, в России за последние несколько лет были приняты многочисленные документы, регламентирующие перечень объектов, подвергаемых обязательному страхованию, порядок проведения оценок рисков и страхования опасных объектов. Согласно этому перечню объекты ОАО «ТНК-Нижнеуртовск» являются опасными и подлежат обязательному страхованию, в том числе экологическому, а оценка риска становится обязательным компонентом экологических оценок, в том числе эколого-экономических.

При таком подходе система управления риском в недропользовании включает блок оценки уровня риска эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) и их страховых рисков [1]. Объекты, которые должны стать приоритетными для страхования, выявлялись по результатам предстрахового аудита, в ходе которого анализировалось состояние крупных производственных единиц (предприятие в целом и составляющие его линейные и площадные объекты). В качестве методической основы такого аудита рассматривались стандарты серии ИСО 1001 и ИСО 14000. Особенностью предстрахового аудита являлось повышенное внимание к исследованию страховых рисков, которые рассматриваются как «предполагаемое опасное событие, на случай наступления которого проводится страхование» [2, 3].

К числу рисков, от которых должны быть застрахованы ОПО, согласно Федеральному закону от 21 июля 1997 г. №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» относятся аварии – «разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ». При таком подходе не все аварии (или иные события) могут быть покрыты страхованием (например, аварии, обусловленные коррозией нефтепромышленного оборудования).

При проведении предстрахового аудита ОАО «ТНК-Нижневартовск» были решены и более частные задачи, в том числе оценка частоты, масштабов и последствий аварийных ситуаций, определение важнейших при страховании показателей – расчетного «нормального» и «катастрофического» максимально возможных ущербов и других параметров.

Для случаев страхования ОАО «ТНК-Нижневартовск» методология оценки ущерба и риска реализовывалась в виде следующих основных этапов исследований (рис. 1). На ОАО «ТНК-Нижневартовск» в ходе предстраховой работы по оценке рисков были выделены рискообразующие факторы и выделены риски (вероятные события, возникновения которых приведет к нежелательным для предприятия последствиям и определены возможные последствия).

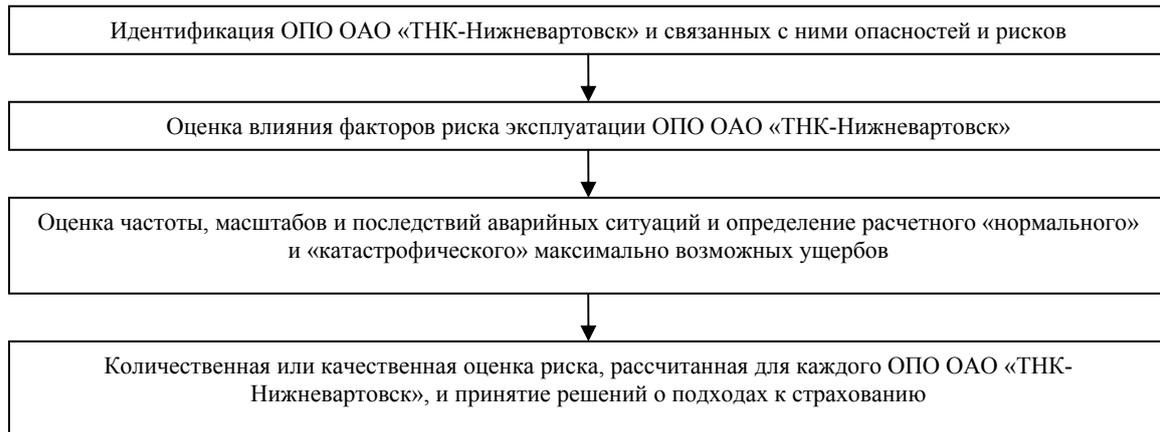


Рис. 2. Этапы оценки риска ОПО при экологическом страховании

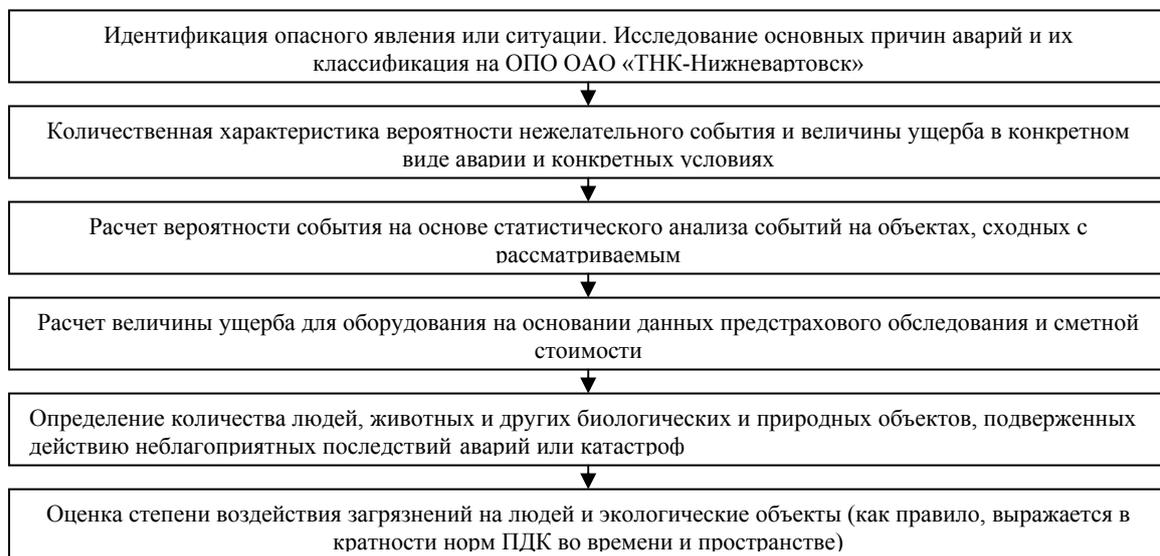


Рис. 3. Порядок определения величины экологических рисков на ОАО «ТНК-Нижневартовск»

В перечень рисков на ОАО «ТНК-Нижневартовск» вошли:

- а) загрязнение Самотлорского лицензионного участка ОАО «Нижневартовск» нефтью и нефтешламом;
- б) захламление территории лицензионных участков отходами потребления и производства;
- в) риск возникновения экологических претензий в рамках лицензионных соглашений;
- г) загрязнение территории лицензионных участков углеводородсодержащими отходами.

Отсутствие объектов для утилизации нефтешламов, замазученного снега, площадки для складирования демонтированной трубы влечет риск возникновения экологических претензий в рамках лицензионных соглашений.

На ОАО «ТНК-Нижневартовск» данная схема детализируется [2] выполнением следующих формальных процедур, которые выражаются в конкретных результатах расчетов, позволяющих объективизировать принятые подходы (рис. 2).

Для недопущения возникновения рисков были запроектированы следующие объекты:

- а) площадки для утилизации жидких отходов нефтедобычи на Самотлорском месторождении ОАО «ТНК-Нижневартовск»;
- б) площадка утилизации замазученного снега на Самотлорском месторождении ОАО «ТНК-Нижневартовск»;
- в) шламонакопитель на Центральном пункте нефтесбора ОАО «ТНК-Нижневартовск»;
- г) площадка складирования демонтируемой трубы в районе дожимной насосной станции №34;
- д) реконструкция иловых площадок.

Проекты в настоящее время находятся на экспертизе, однако, можно предположить снижение значительной доли рисков при реализации рассмотренных природоохранных мероприятий.

Литература

1. Дмитрук В.И., Миронюк С.Г., Гальченко С.А. Оценка и приоритеты управления страховым риском на объектах нефтегазового комплекса. Управление рисками чрезвычайных ситуаций: Материалы шестой Всероссийской научно-практической конференции. – М.: КРУК, 2001. – С. 318 – 321.
2. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на суше на месторождениях углеводородов поликомпонентного состава, в том числе сероводородсодержащих. РД 51-1-96. – М.: 1996. – 43 с.
3. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. – М.: Дело, 2006. – 552 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АМУРСКОГО ЗАЛИВА ЯПОНСКОГО МОРЯ

А.Н. Колесник, К.И. Аксентов

Научный руководитель профессор А.С. Астахов

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения
РАН, г. Владивосток, Россия*

В связи с постоянным усилением антропогенного давления, оказываемого на прибрежную часть акваторий дальневосточных морей, происходит изменение состояния морской среды, а также отдельных ее компонентов.

Современные донные осадки прибрежной зоны являются конечным этапом миграции загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы и с суши, поэтому они могут быть оценены как интегральный показатель загрязнения акватории токсичными элементами, в частности ртутью.

Комплексные исследования природной среды залива Петра Великого Японского моря, куда входят и работы по определению содержания ртути в донных осадках, проводятся лабораторией морского родообразования ТОИ ДВО РАН с 2003 года.

Пробы донных осадков отбираются дночерпателем и прямооточной трубкой в рейсах на НИС «Малахит» и упаковываются в герметичные полиэтиленовые пакеты. Они высушиваются при комнатной температуре, а затем растираются в агатовой ступке. Анализ содержания ртути проводится с использованием ртутного анализатора РА 915+ и приставки РП-91С [5] методом пиролиза без предварительной минерализации. Для управления и визуализации процесса, а также оперативной обработки результатов прибор совмещается с компьютером. Для контроля анализа используются стандартные образцы ГСО 7263-96 и ГСО 7183-95.

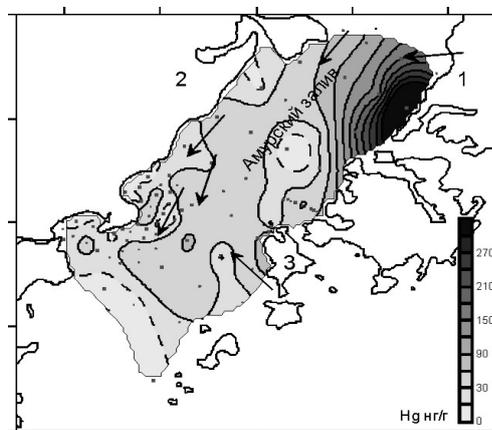
Особенностью Амурского залива является наличие трансграничного переноса загрязненных воздушных масс из КНР, КНДР и Японии, а также местных источников загрязнения как естественного, так и искусственного происхождения. Этим фактом объясняется выделение в пределах акватории двух фоновых значений содержания ртути в донных осадках для районов, подвергающихся антропогенному воздействию, и районов с природным механизмом накопления ртути (40-60 нг/г и 17 нг/г, соответственно).

Исследования в районах залива Петра Великого с ранее установленным антропогенным загрязнением выявили значительное увеличение содержания ртути по сравнению с фоновым, а также наличие в донных осадках поверхностного максимума, что может быть объяснено интенсификацией процесса эмиссии ртути искусственного происхождения в период активной индустриализации [3, 6]. На основе различия в количестве и характере поступления антропогенной ртути, в колонках Амурского залива было выделено три слоя:

- верхний, с максимальными значениями содержания ртути, что связано с увеличением производительных мощностей в период накопления осадка;
- средний, с повышенными значениями содержания ртути, что обусловлено перемешиванием осадка морскими организмами и вовлечением загрязненного осадка из первого слоя;
- нижний, с фоновыми значениями содержания ртути.

Характер и скорость процесса накопления ртути в донных отложениях акватории Амурского залива определяют два основных фактора: степень антропогенной нагрузки и гранулометрический состав осадков. Пелитовая фракция хорошо сорбирует ртуть как природного, так и антропогенного происхождения, вследствие чего распределение ртути по гранулометрическим типам донных осадков Амурского залива подчиняется обычной для всех тяжелых металлов закономерности – увеличению содержания при уменьшении дисперсности осадка [1, 4, 6]. Следует отметить, что содержание ртути в Амурском заливе коррелирует с содержанием в донных отложениях другими тяжелыми металлами (Cu, Pb).

Максимальные содержания (500-600 нг/г) обнаружены в донных осадках северо-западной части Амурского залива. Повышенные содержания характерны и для центральной части Амурского залива (73 нг/г), а также некоторых участков побережья (о. Попова, б. Перевозная, б. Нарва) [2]. Содержание ртути в верхнем пятисантиметровом слое донных осадков превышает фоновый уровень в районе Второй Речки – в 4,7, в районе м. Токаревский – в 27, в районе морского вокзала – в 40 раз [3], что сопоставимо с масштабами ртутного загрязнения в Рижском заливе или западной части Средиземного моря. В пределах изученной акватории практически незагрязненным может считаться лишь область южнее по линии пос. Безверхово - о. Рейнеке, а также небольшие районы, расположенные в вершинах бухт Перевозная и Нарва (рис.).



**Рис. Карта распределения содержания ртути антропогенного генезиса в поверхностном (0-5 см) слое донных осадков Амурского залива. Точками обозначены пункты отбора проб осадков, стрелками – направления преобладающего переноса загрязняющих веществ, цифрами - основные районы поступления ртути:
1 – г. Владивосток; 2- -р. Барабашевка; 3 – о. Попова**

Амурский залив является наиболее загрязненной акваторией залива Петра Великого Японского моря, что объясняется:

по линии антропогенной составляющей:

расположением в пределах водосборной площади рек, впадающих в Амурский залив, таких крупных городов Приморского края, как Владивосток и Уссурийск, а также других урбанизированных территорий;

функционированием в пределах водосборной площади рек, впадающих в Амурский залив, предприятий добывающей отрасли промышленности;

интенсивным использованием побережья в качестве рекреационного ресурса - наиболее крупной на Дальнем Востоке курортной зоны;

развитым сельским хозяйством и др.;

по линии природной составляющей:

наличием сурьмяно-ртутных рудопроявлений в долине р. Барабашевка;

наличием процессов эмиссии ртути, связанных с близостью разломных зон (о. Попова) и др.

Основываясь на результатах выполненных ртутнометрических работ, можно сделать вывод о преобладающей роли антропогенной составляющей в загрязнении Амурского залива Японского моря.

Работа выполнена при поддержке гранта ДВО № 06-III-B-07-281.

Литература

1. Гелетий В.Ф., Гапон А.Е., Калмычков Г.В., Пархоменко И.Ю., Кострова С.С. Ртуть в поверхностных донных осадках озера Байкал // Геохимия. – М., 2005. - № 2. – С. 220 – 226.
2. Коненко А.Б., Аксентов К.И., Иванов М.В. Методика ртутнометрических измерений для мониторинга прибрежных и морских экосистем на примере о. Попова // Проблемы экологии и рационального природопользования Дальнего Востока: Материалы региональной конференции молодых ученых. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2004. - С. 130 – 132.
3. Поляков Д. М. и др. Содержание ртути в компонентах экосистемы залива Петра Великого // Водные ресурсы. – М., 1991. - № 5.
4. Lasedra L.D., Resende C.E., Ovalie A.R.C. et al. Mercury distribution in continental shelf sediments from two offshore oil fields in southeastern Brasil // Bull. Environ. Contam. Toxicol. – New York, 2004. – P. 178 – 185.
5. Sholupov S., Pogarev S., Ryzhov V. et al. Zeeman atomic absorption spectrometer RA-915+ for direct determination of mercury in air and complex matrix samples // Fuel Processing Technology. – 2004. – P. 473 – 485.
6. Tkalin A.V., Presley B.J. Trace metals bottom sediments near Vladivostok, Russia // Pacific oceanography. – 2003. – V. 1. – N. 2. – P. 185 – 187.

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТАХ ПРИБРЕЖНЫХ И МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ОСТРОВА ПОПОВА)**О.Н. Колесник, К.И. Аксентов**

Научный руководитель профессор А.С. Астахов

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток, Россия

В связи с интенсификацией процесса загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, в частности ртутью, постепенно повышается интерес к процессам их миграции, рассеяния и концентрации. Важно отметить тот факт, что процессы естественной миграции и концентрации ртути в морских и прибрежных экосистемах изучены не так подробно, как в экосистемах суши, а ведь без учета характера и направленности этих процессов невозможно реально оценить степень искусственного загрязнения морских экосистем. С точки зрения организации такого рода исследований дальневосточные моря России, в частности Японское, - наиболее удобный объект, что объясняется отсутствием здесь значительных антропогенных и, одновременно, наличием природных источников поступления ртути как на суше, так и в акватории морей.

С 2003 года лабораторией морского рудообразования ТОИ ДВО РАН изучаются особенности распределения ртути в воздухе, воде и донных осадках, а также степень влияния природных источников на этот процесс в прибрежной зоне Южного Приморья.

Для анализа содержания ртути в пробах приземного воздуха используется атомно-абсорбционный спектрометр РА-915+ с зеемановской коррекцией неселективного поглощения [3]. Исследования проводятся в режиме прямых дискретных измерений при учете гидрометеорологических условий с последующим усреднением полученных значений.

В рамках проведения ртутнометрических исследований прибрежной зоны Южного Приморья были выполнены измерения содержания ртути в воздухе по маршруту парома г. Владивосток – о. Попова, на основе которых сделан вывод о повышенных (до 2,1 - 2,6 нг/м³) по сравнению с фоновыми (1 - 2 нг/м³) [2] концентрациях ртути около острова. Для подтверждения и уточнения полученных результатов в 2004 году были организованы автомобильная ртутнометрическая съемка и ряд пеших маршрутов по о. Попова, позволивших выявить несколько ртутных аномалий в воздухе (рис. а). Повышенные содержания ртути были зафиксированы в районе мыса Низкий и в бухте Алексеева. При сравнении площадного распространения концентраций ртути и основных геологических структур отмечена приуроченность ореолов ее более высоких содержаний и основных аномалий к зоне разломов, пересекающих о. Попова с северо-востока на юго-запад. Следует отметить, что повышенные содержания ртути в воздухе (до 62 нг/м³) стабильно коррелировали с аналогично высокими значениями в других средах: в пресной и морской воде, а также в донных осадках [1]. Например, анализ распределения плотности и солености морской воды в бухте Алексеева о. Попова выявил зону пониженных значений последней в придонном слое, что, вероятно, связано с выходом подземных вод. Максимальные концентрации ртути в донных осадках (до 1600 нг/г и 565 нг/г в б. Алексеева и районе м. Низкий соответственно) также приурочены к выходам подземных вод, обогащенных соединениями ртути, в зоне разрушения гидротермально-измененных горных пород с вкраплениями сульфидов. Еще одна аномалия была выявлена в районе свалки твердых бытовых отходов. Высокие содержания ртути в воздухе (до 6 нг/м³) были зафиксированы и в районе пос. Рыбозавод, что, впоследствии, нашло объяснение в техногенном загрязнении одной из скважин пресной воды солями этого тяжелого металла. После проведения органами СЭС контрольных анализов скважина была закрыта.

В 2006 году с целью продолжения мониторинговых исследований 2003-2005 гг. была проведена повторная автомобильная съемка о. Попова, результаты которой отражены на карте-схеме содержания ртути в атмосферном воздухе (рис. б). Среднее содержание ртути в воздухе составило 2,8 нг/м³. Максимальное значение (52,7 нг/м³) зарегистрировано в упоминавшемся выше районе абразионного уступа около м. Низкий. Область с ранее выявленным повышенным содержанием ртути в атмосферном воздухе была также отмечена в районе свалки твердых бытовых отходов (до 20 нг/м³). Новые области повышенных содержаний ртути зафиксированы в пос. Старк (до 6 нг/м³), в районе детского лагеря (до 14 нг/м³), а также на территории МЭС ТОИ ДВО РАН и в восточной части п-ова Птичий (до 5 нг/м³).

При анализе данных исследований 2003-2006 гг. были выявлены некоторые изменения в распределении содержания ртути, произошедшие как в экосистеме о. Попова в целом, так и в отдельных ее компонентах:

увеличение общего количества локальных областей с повышенными содержаниями ртути, как в атмосферном воздухе, так и в других компонентах экосистем с трех (2003 г.) до семи (2006 г.);

незначительное уменьшение содержания ртути в воздухе на м. Низкий с 62 нг/м³ (2003 г.) до 52,7 нг/м³ (2006 г.);

увеличение содержания ртути в районе свалки твердых бытовых отходов с 8 нг/м³ (2004 г.) до 20 нг/м³ (2006 г.);

уменьшение содержания ртути в воздухе пос. Рыбозавод с 6 нг/м³ (2004 г.) до фоновых значений, что связано с проведением мероприятий по ликвидации последствий заражения скважины пресной воды соединениями ртути;

повышение концентраций ртути в воздухе на дороге МЭС ТОИ ДВО РАН – пос. Старк от 3 нг/м³ (2004 г.) до 6 нг/м³ (2006 г.), что, возможно, объясняется работами по выравниванию поверхности дороги.

Таким образом, содержание ртути в пределах экосистемы о. Попова не превышает установленных экологическим законодательством предельно допустимых концентраций. Исключение составили лишь

аномально высокие значения содержания ртути, зафиксированные в пос. Рыбозавод, которые, как говорилось выше, были значительно снижены после проведения работ по демеркуризации зараженной территории.

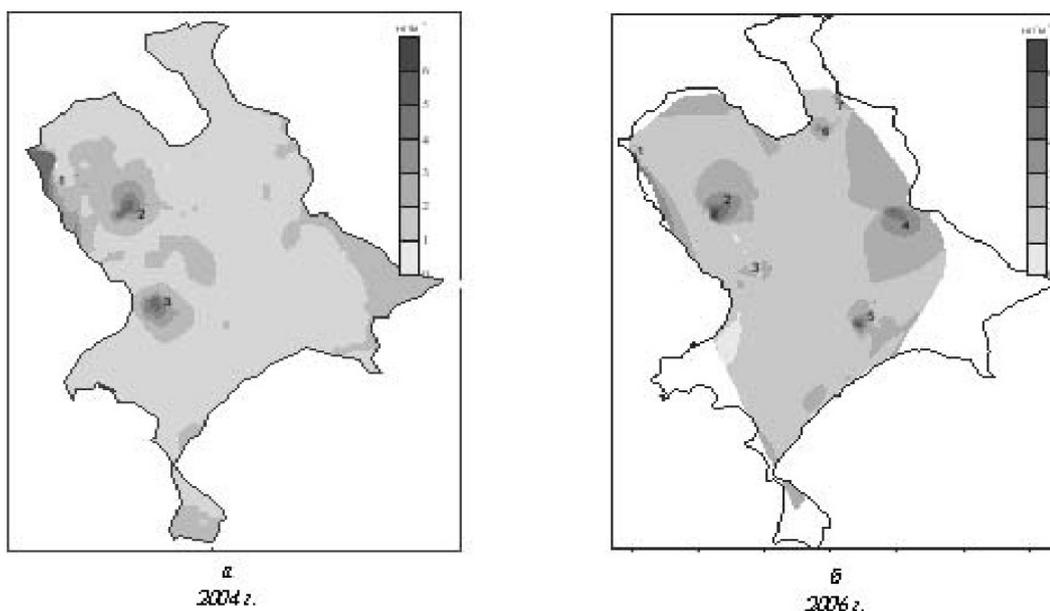


Рис. Содержание ртути ($\text{нг}/\text{м}^3$) в приземном слое атмосферного воздуха о. Попова по результатам автомобильной съемки. Цифрами обозначены районы аномальных и повышенных содержаний ртути в воздухе: 1 – природная аномалия ртути, вероятно, связанная с близостью разломной зоны; 2 – свалка твердых бытовых отходов; 3 – зараженные солями ртути водозаборные колонки пос. Рыбозавод; 4 – пос. Старк; 5 – район, примыкающий к детскому лагерю; 6 – МЭС ТОИ ДВО РАН; 7 – восточная часть п-ова Птичий

Основываясь на данных, полученных за 4 года исследований, можно сделать следующий вывод: в условиях достаточной изученности района, каковым в частности является о. Попова, где уже установлены основные «поставщики» ртути, а также пути ее поступления в морские и прибрежные экосистемы, наиболее целесообразным с точки зрения повышения эффективности последующих работ по мониторингу и экономически выгодным является анализ проб воздуха на стационарных пунктах. Использование атомно-абсорбционного спектрометра РА-915+ позволит мобильно производить измерения содержаний ртути в воздухе с транспортных средств. В случае выявления аномалий в ходе ртутнометрических исследований воздуха результаты должны быть подкреплены данными анализа проб воды, донных осадков и др. компонентов морских экосистем.

Работа выполнена при поддержке гранта ДВО № 06-III-B-07-281.

Литература

1. Поляков Д. М. и др. Содержание ртути в компонентах экосистемы залива Петра Великого // Водные ресурсы. – М., 1991. - № 5.
2. Степанов И.И., Калягин А.Н. Распределение концентраций ртути в атмосфере над акваторией западной части Тихого океана // Вестник Дальневосточного отделения РАН. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – № 3. – С. 49 – 56.
3. Sholupov S., Pogarev S., Ryzhov V. et al. Zeeman atomic absorption spectrometer RA-915+ for direct determination of mercury in air and complex matrix samples // Fuel Processing Technology, 2004. – P. 473 – 485.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.А. Крафт

Научный руководитель профессор Г.Г. Щербак

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Глобальные изменения климата оказывают непосредственное влияние на формирование геоэкологических условий Западной Сибири. Это происходит вследствие проявления цикличности эпох похолодания и потепления. В Западной Сибири процесс изменения климата в настоящее время ускоряется. Увеличение среднегодовой температуры за последние 40 лет составило 3°C [2]. В связи с этим возникает необходимость проведения комплексных исследований с целью выявления закономерностей формирования геоэкологических условий Западной Сибири.

В результате глобальных изменений климата в течение последних 100 тысяч лет в северном полушарии 4 раза возникали ледниковые периоды, последний из которых закончился 10 – 12 тысяч лет назад.

Основная причина колебаний климата на земном шаре согласно исследованиям М. Миланковича – изменение наклона оси экватора к плоскости его орбиты, а также элементов земной орбиты. К ним относятся произведение $e \sin \pi$, где e – эксцентриситет орбиты, а π – долгота перигелия – самой близкой к Солнцу точки земной орбиты, отсчитываемой от точки весеннего равноденствия, создаваемыми воздействиями на Землю силами притяжения остальных планет. Колебания этих величин не меняют получаемой Землей годовой суммы солнечного тепла, но могут сказываться на климате [4]. Установлено, что более холодные лета и тёплые зимы способствуют росту ледников и за длительное время могут привести к развитию ледниковой эпохи [5].

На территории занимающей северную часть Западной Сибири от Урала до Таймыра простирался мощный ледник, игравший роль плотины. На завершающей стадии ледникового периода это способствовало возникновению приледникового бассейна, в который стекали мощные потоки с Алтая, западных Саян, Кузбасса (Обь, Иртыш, Чулым, Томь, Иня и др.) и из Восточной Сибири, включая стоки р. Селенги, озера Байкал, р. Ангары, р. Енисей и их притоков.

Следствием затопления Западно-Сибирской низменности явилось формирование южного стока по Тургайской ложбине в сторону Аральского моря. В результате таяния и постепенного разрушения «ледниковой плотины» на севере Западной Сибири, сток приледникового бассейна переориентировался на север по уклону Западно-Сибирской плиты. Затем в пределах Западной Сибири образовались многочисленные ложбины стока, а по границам приледникового бассейна прослеживаются следы его абразионных процессов, в том числе и на территории г. Томска. Многочисленные озера, возникшие после стока воды из приледникового бассейна, преобразовались в обширные болота. В результате оголения дна приледникового бассейна произошло формирование дюнных форм рельефа и накопление субаэральных отложений лёссовидных грунтов. Движение климатических зон к северу привело к появлению растительности и способствовало возникновению лесов. При этом по оценкам исследователей, во времена максимальных потеплений в межледниковые эпохи граница лесов в Западной Сибири находилась севернее современной на 500 – 600 км. В связи с длительным заполнением приледникового бассейна тальми водами многолетняя мерзлота деградировала на значительной площади Западной Сибири и сохранилась на северных территориях, занятых ледником. После восстановления уровня мирового океана произошло оттаивание мерзлоты на шельфе. Оценивая современное температурное поле мерзлой толщи можно сделать вывод о том, что многолетнемерзлые породы Западной Сибири в настоящее время деградируют [3].

Анализ данных метеостанций Западной Сибири позволяет сделать вывод, что в последние 30 – 35 лет температура воздуха и грунтов здесь возросла со скоростью 0,03 – 0,08°C /год [1]. При сохранении такой скорости температура воздуха в северных районах может возрасти на 1,5 – 2°C к 2050 г., а южная граница сплошных мерзлых пород сместится к северу на 150 – 200 км. Это смещение приведёт к смене климатических поясов, повлияет на изменение природных зон и вызовет их перемещение к северу.

Движение климатических зон к северу в постледниковый период привело к появлению растительности, и способствовала возникновению лесов. Приблизительно 7 – 5 тыс. лет назад вся лесная зона Русской равнины двигалась к северу на значительные расстояния, в том же направлении смещалась и степная зона. Ситуация аналогична и для Западной Сибири [5].

Принимая во внимание палеоботанические данные, можно сказать, что в это время северные и западные районы Среднерусской возвышенности были заняты лесами с примесью широколиственных пород (на севере – липы, на западе – дубы). «Вся южная половина возвышенности была занята степями, и северная граница степной зоны доходила до верховьев Оки» [5]. В Западной Сибири зона лесов начиналась в средней её части.

Анализ материалов палеонтологических исследований показывает, что вымирание животных во время материковых оледенений в основном зависело от изменения природной среды. Миграции животных определялись особенностями распространения природных зон и распределения растительности. Существуют разные точки зрения на причины гибели животных в периоды оледенений. Некоторые учёные полагают, что одна из причин – непосредственно само оледенение (геолог В.И. Громов). Другие отводят основную роль в этом процессе человеческой деятельности (зоолог И.Г. Пидопличко).

В отложениях ниже – среднечетвертичного возраста в многолетнемерзлых толщах Западной Сибири сохранились как костные остатки, так и целые трупы мамонтов. Хорошо сохранившиеся костные остатки целого стада мамонтов в нижнечетвертичных отложениях были обнаружены при ведении вскрышных работ на Кедровском углеразрезе в Кузбассе в 1966 – 1967 году. Судя по геологическим условиям залегания ископаемых останков мамонтов и характеру флоры и фауны, эти животные предпочитали открытые безлесные биотопы. В период максимального развития оледенения (16 – 14 тыс. лет назад) значительное похолодание могло привести к изменению экологических условий и вымиранию мамонтов на севере Евразии. Уцелевшие группы животных мигрировали в южные районы и вернулись на север только в конце ледниковой эпохи. Вероятно, это и есть последний период существования мамонтов.

В Западной Сибири по мере формирования ледника на севере и фирновых полей в центральной и южной её части происходило исчезновение доледниковых форм растительного и животного мира и замещение их на более холодостойкие виды. После образования приледникового бассейна животные и растения обитали в его прибрежной части, где сохранялась растительность. Вслед за стоком воды из приледникового бассейна и появления растительности на Западно-Сибирской низменности происходила миграция животных на север. Об этом свидетельствуют найденные остатки костей мамонтов и других животных на древних стоянках у подножия Лагерного Сада в г. Томске и других местах. Аналогичные причины вызвали гибель волосатого носорога, остатки которого также сохранились в многолетней мерзлоте Сибири.

Изменения климата и структуры биотопов имело непосредственное влияние на фауну. Например, мамонт и волосатый носорог играли большую роль в обеспечении мясом людей каменного века. Причина гибели

могла заключаться в отсутствии адаптации к глубокому снежному покрову. Хотя установлено, что мамонт и волосатый носорог были широко распространены в период оледенения в южной части Западной Сибири и вымерли лишь на стадиях деградации ледников, возможно в период образования приледникового бассейна.

Сложность рассматриваемой проблемы заключается в неточности моделирования природных обстановок тех эпох. Анализ, палеонтологических материалов из ныне известных стоянок не позволяет полностью восстановить реальную картину.

В конце последнего оледенения под воздействием многих факторов многие животные оказались на грани вымирания. После изменения климатических условий в сторону потепления начался процесс миграции и переселения племён из Центральной и Средней Азии в Сибирь и на север Европейской части России. Это привело к быстрому развитию охотничьих культур, и этот фактор, по мнению некоторых учёных, имел существенное влияние на животный мир. Совместное действие природных и антропогенных факторов оказало глубокое влияние на животный мир.

Возникновение и формирование современной цивилизации приходится на время последнего межледникового периода. Активное воздействие людей в сочетании с естественными процессами, несомненно, влияет на мир флоры и фауны. Проведение дальнейших исследований в этом направлении позволит более точно смоделировать процессы, влияющие на изменение климата и установить основные закономерности развития жизни той эпохи, а также дать прогноз их преобразования в будущем.

Литература

1. Будыко М. И. Климат в прошлом и будущем. – Л.: ГидроМетеоиздат, 1980. – 351 с.
2. Дучков А.Д., Соколова Л.С., Павлов А.В. Оценка современных изменений температуры воздуха и грунтов в Западной Сибири // Криосфера Земли. — М., 2000. – Т. IV. – С. 52 – 59.
3. Миланкович М. Н. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. – М.: ОНТИ, 1939.
4. Серебрянный Л.Р. Древнее оледенение и жизнь. – М.: Наука, 1980. – 122 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОАО «СЕВУРАЛБОКСИТРУДА»

М.А. Куликова

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

**Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова,
г. Санкт-Петербург, Россия**

Почва – очень чувствительная структура, дающая достоверный отклик на оказываемое на нее негативное техногенное воздействие. С каждым годом это воздействие (антропогенное давление) имеет тенденцию к увеличению. Загрязнение почвенно-растительного покрова в результате многолетнего функционирования горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий на сегодняшний день является одной из основных проблем в промышленной экологии. Основными механизмами загрязнений почв являются атмосферные выбросы, водная и воздушная миграция элементов из отвалов и хранилищ отходов. Вследствие накопления в почве токсичных элементов в зонах воздействия комбинатов формируются области стабильного загрязнения.

В качестве полигона для исследований использовалось предприятие ОАО «Севералбокситруда» - одно из крупнейших предприятий по добыче бокситовой руды в Российской Федерации. Производственная деятельность комбината оказывает значительное негативное воздействие на компоненты окружающей природной среды. Тем не менее, до настоящего времени на предприятии не осуществлялся контроль за атмосферными выпадениями и состоянием почвенного покрова в зоне воздействия производственных объектов.

Целью исследований является проведение мониторинга почвенно-растительного покрова в зоне воздействия ОАО «Севералбокситруда». В основе работы лежат авторские исследования, проведенные в городе Североуральске летом 2006 года. Мониторинг приповерхностного слоя почв и растительности в зонах воздействия производится для оценки состояния земель, представляющих сельскохозяйственную и лесохозяйственную ценность, снижение техногенной нагрузки на приповерхностные отложения путем разработки средозащитных мероприятий.

Задачи исследований:

- обоснование необходимости проведения комплексных мониторинговых исследований состояния почвенно-растительного покрова в зоне воздействия ОАО «Севералбокситруда»;
- разработка методики мониторинга почвенно-растительного покрова в зоне влияния ОАО «Севералбокситруда»;
- совершенствование методики оценки негативного воздействия предприятий на компоненты окружающей среды.

Для обоснования необходимости проведения инженерно-экологического обследования территории предприятия «Севералбокситруда» проводился анализ медико-биологических данных, который показал, что заболеваемость населения рассматриваемого района в 2,5 раза выше, чем в целом по Свердловской области, причем преобладающими болезнями являются болезни органов дыхания (Таблица 1). В происхождении этого класса болезни существенную роль играют экологические факторы (в частности, загрязнение атмосферного воздуха и атмосферные выпадения), а также специфика работы трудоспособного населения под землей.

Таблица 1

Структура заболеваемости в пос. Третий Северный и по области за 2003, 2004 и 2005 гг. в сумме

Классы болезней	Структура заболеваемости за 3 года, %	
	пос. Третий Северный	Свердловская область
Всего	100	100
Болезни крови и кроветворных тканей	0,6	0,7
Болезни глаз	3,6	7,5
Болезни ушей	3,1	2,8
Болезни системы кровообращения	5,2	9,6
Болезни органов дыхания	40,9	30,0
Болезни органов пищеварения	6,3	7,5
Болезни кожи и подкожной клетчатки	5,5	5,3
Болезни костно-мышечной системы	11,5	6,3

Первоначальная оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и почвенно-растительного покрова в зоне воздействия ОАО «Севуралбокситруда» проводилась методами биологического мониторинга, в частности, путем определения индекса состояния древостоя по числу деревьев [1]. Оценка состояния древостоя приведена в таблице 2. Для этого был выбран участок, находящийся в зоне воздействия предприятия. На данном участке был произведен пересчет и оценка состояния деревьев, а затем был рассчитан индекс состояния древостоя:

$$I_n = \frac{n_1 + 0,7n_2 + 0,4n_3 + 0,1n_4}{n}, \quad (1)$$

где I_n – индекс жизненного состояния древостоя по числу деревьев, n_1 – число здоровых, n_2 – поврежденных, n_3 – сильно поврежденных, n_4 – отмирающих деревьев, n – общее число деревьев (включая сухостой) на пробной площади; 1; 0,7; 0,4; 0,1 – баллы, присваиваемые деревьям той или иной категории жизненности, соответственно: здоровым, поврежденным, сильно поврежденным и отмирающим.

Таблица 2

Результаты расчета жизненного состояния древостоя

Общее число деревьев, n	Из них				Индекс состояния древостоя, I_n
	Здоровых, n_1	Поврежденных, n_2	Сильно поврежденных, n_3	Отмирающих, n_4	
	Индекс состояния древостоя				
	1,7-0,8	0,79-0,5	0,49-0,2	<0,19	
211	64	78	54	15	0,67

Визуальные наблюдения деревьев и кустарной растительности на территории промплощадки шахты показали значительные повреждения ассимиляционных органов деревьев. Согласно использованной методике при оценке около 30% деревьев можно отнести к категории «отмирающее дерево».

Нарушенное состояние древостоя обуславливается двумя причинами:

- непосредственное воздействие атмосферных выбросов на растительность;

- поглощение корневой системой поступивших вследствие атмосферных выпадений токсичных веществ из почвенных растворов.

Кроме того, необходимость проведения детального инженерно-экологического обследования территории обуславливается резким снижением (более чем в 4 раза) радиального прироста древесины в зоне техногенного воздействия ОАО «Севуралбокситруда» за последние 40 лет (рисунок).

Таким образом, предварительные мониторинговые обследования подтверждают необходимость проведения контроля состояния почвенного покрова.

Проведенное обследование территории позволило выявить основные источники техногенного воздействия на почвогрунты:

вентиляторные станции (СВУ – Северная, ЮВУ – Южная вентиляционные установки);

цех шихтовки;

автотракторный цех;

объекты постоянного складирования отходов (отвалы пустой породы);

объекты временного размещения отходов (отвалы токсичных и производственных отходов (ртутные лампы, масла моторные отработанные и т.д.).

Летом 2006 года на территории промплощадки шахты был проведен отбор проб грунта для определения степени загрязнения почвенного покрова. Контроль состояния почвенного покрова на промплощадке шахты №15 производили в соответствии с розой ветров по направлению 2-х экстремальных лучей (южное и юго-западное направления). Для дополнительного контроля были отобраны образцы за пределами санитарно-защитной зоны и на ее границе. В настоящее время образцы проходят пробоподготовку, далее будет проведен их анализ рентгенофлуоресцентным и атомно-адсорбционным методами.

Таким образом, на первом этапе проведенные исследования позволили выявить потенциальные источники воздействия ОАО «Севералюбхимтреста» на почвенно-растительный покров, установить степень деградации растительности, провести опробование приповерхностных отложений для дальнейших лабораторных исследований.

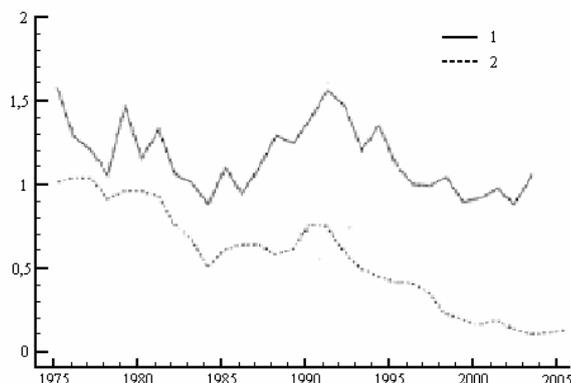


Рис. Динамика радиального прироста по диаметру сосны обыкновенной в 50-летних древостоях в районах с разным уровнем атмосферного загрязнения. По оси абсцисс — годы, по оси ординат — прирост по диаметру, мм. Уровень атмосферного загрязнения: 1 — фоновой, 2 — высокой (зона воздействия ОАО «Севералюбхимтреста»)

Исследования выполняются при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития для независимых государств (CRDF).

Литература

1. Методы изучения лесных сообществ. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002.

РТУТЬ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г. ТОМСКА

Е.Е. Ляпина

Научный руководитель профессор И.И. Ипполитов

Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН, г. Томск, Россия

Крупные города являются источниками интенсивного многокомпонентного воздействия на составляющие окружающей среды: воздух, почву, воду, биоту. Население городов постоянно подвергается воздействию целого комплекса факторов антропогенного загрязнения окружающей среды. В общей структуре загрязнений значительная часть принадлежит ртути [8].

Основным источником поступления ртути в атмосферу городов являются промышленные предприятия цветной металлургии, химической промышленности, предприятия по производству соединений ртути, электротехнической, электронной промышленности. А также предприятия, добывающие и перерабатывающие руды различных металлов и углеводородов, производящие цемент и флюс для металлургической промышленности.

Ртуть является одним из наиболее токсичных элементов. Только она определена как элемент 1 класса опасности во всех природных средах (таблица) [4]. Ртуть обладает разнообразием токсических проявлений в зависимости от формы соединения, путей поступления, дозы и индивидуальных особенностей организма [8].

В городах с развитой промышленностью, не имеющих специализированных "ртутных" производств, данный элемент является приоритетным загрязнителем городских почв и водоемов, примером чему служат данные эколого-геохимической съемки территории г. Санкт-Петербурга и др. городов [1]. Фоновые концентрации паров ртути в приземном слое в атмосферном воздухе обычно составляют 10 - 15 нг/м³. В зонах загрязнения концентрации возрастают в десятки и сотни раз, а в производственных или загрязненных ртутью районах могут достигать экстремально высоких значений (до 1 - 5 мг/м³).

Определение содержания ртути проводилось ртутным газоанализатором РГА-11. Предел обнаружения составляет 0,1 нг/г, погрешность определения 30% [2]. Время экспозиции 3 минуты.

Город Томск, в сравнении с большинством городов Западной Сибири, близких по численности населения, характеризуется относительно невысоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (для сравнения индекс суммарного загрязнения для Томска – 9,5, Кемерово – 31,94, Новокузнецка – 61,04) [4].

Измерение концентраций ртути в воздухе в зимнее время показали наличие локальных зон с резко повышенным содержанием ртути относительно предельно-допустимых концентраций (далее ПДК) (рис.). Максимальное содержание ртути в воздухе в феврале отмечается в районе повышенных нагрузок на автомагистраль и зоной влияния ГРЭС-2 (вокзал Томск-1, площадь Кирова, Улица Шевченко, пос. Степановка), что подтверждается [5]. В августе отмечается смещение максимальных концентраций ртути в воздухе на запад.

Повышенное содержание отмечается в районе проспекта Ленина, пл. Южной и пос. Степановка. Это смещение объясняется преобладающим направлением ветра в дни проведения замеров.

Таблица

Санитарно-гигиенические нормативы для ртути и ее соединений, утвержденные в России

Атмосферный воздух, ПДК _{СС} , мг/м ³	Вода, мг/л		Почва, ПДК _п , мг/кг
	ПДК _в	ПДК _{в.р.}	
0,0003	0,0005	Отсутствие (0,00001) ¹ 0,0001 ²	2,1

Примечание: ¹ – Поступление ртути за счет сбросов в водоемы рыбохозяйственного назначения недопустимо, в скобках указано значение ПДК; ² – ПДК для морских водоемов; ПДК_{СС} – среднесуточная ПДК; ПДК_в – ПДК для питьевых вод; ПДК_{в.р.} – ПДК для вод водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей; ПДК_п – ПДК в пахотном слое и почвы населенных мест.

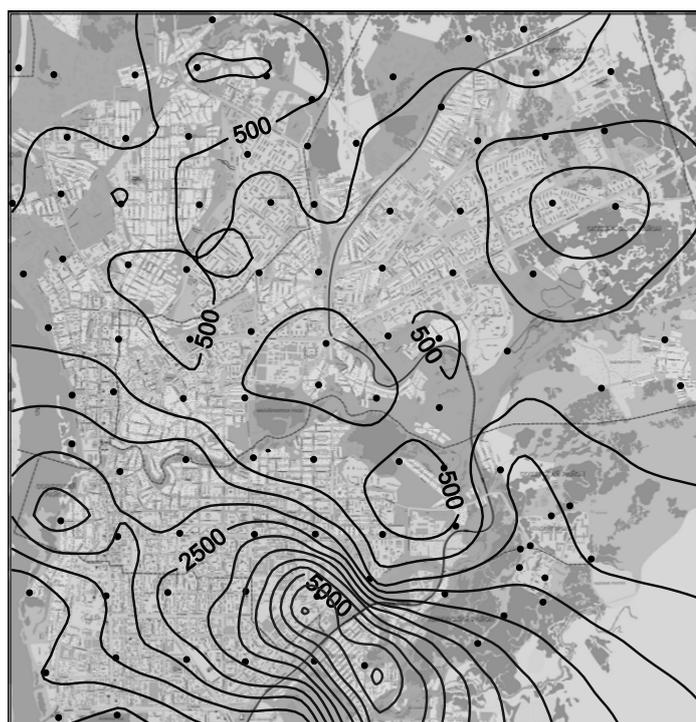


Рис. Концентрации ртути в атмосферном воздухе г. Томска, февраль 2006 г, нг/м³

К основным источникам экологической опасности г. Томска относятся производственные объекты теплоэнергетики, транспорта, стройиндустрии, деревообработки, химической и пищевой промышленности. В городе насчитывается около 5,5 тыс. стационарных источников загрязнения атмосферы, принадлежащих 194 промышленным предприятиям [6]. К первой категории относятся предприятия топливно-энергетического комплекса (далее ТЭК) и автотранспорт. Объекты ТЭК оказывают многокомпонентное воздействие на окружающую среду, при этом основным видом является химическое загрязнения (выбросы и сбросы загрязняющих веществ в газообразном, жидком и твердом состояниях) [3]. На долю объектов ТЭК в общем объеме выбросов от всех источников в г. Томске приходится около 48% выбросов [6].

В продуктах горения угля около 20-50% находится в виде элементарной ртути ($Hg^{(0)}$), а около 50-80% - $Hg^{(+2)}$ [8].

Одна из причин высокой доли выбросов автотранспорта в общем объеме выбросов загрязняющих веществ – низкая пропускная способность дорожной сети города. Кроме того, значительный вклад в объем выбросов от стационарных источников вносят предприятия химической, нефтехимической и жилищно-коммунальной промышленности.

В Томске формирование ореолов рассеяния ртути связано с деятельностью ряда промышленных предприятий, а также с микрорельефом города и преобладающим направлением ветров. Существенным источником поступления ртути в окружающую среду города является деятельность ГРЭС-2, шпалопропиточного, радиотехнического, электромеханического заводов, ООО «Эмальпровод», а также автотранспорт.

Ввиду неоднородности распределения предприятий по территории города, экологическая нагрузка на его окружающую среду также является неравномерной. С течением времени размеры и интенсивность техногенных аномалий, фиксируемых почвами, будут увеличиваться.

Литература

1. Буренков Э.К., Янин Е.П. Эколого-геохимические проблемы ртути. – Москва, 2000.
2. Газоанализатор ртутный РГА-11. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. АМЯ 2.770.001. – Томск: КТИ «Оптика», 1990.
3. Емельянов А.Г., Тихомиров О.А. Основы региональной геоэкологии. Учебное пособие. – Тверь, 2000. – с. 3.
4. Лапердина Т.Г. Определение ртути в природных водах. – Новосибирск: Наука, 2000.
5. Рихванов Л.П., Нарзулаев С.Б., Язиков Е.Г. и др. Геохимия почв и здоровье детей Томска. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 1993. – 142 с.
6. Экологический мониторинг. Состояние окружающей среды Томской области в 2003 году / Под ред. А.М. Адама. – Томск: Дельтоплан, 2004. – 204 с.
7. Экология города. – Москва: Научный мир, 2004. – С. 5 – 53, 103 – 217, 234 – 363, 490 – 539.
8. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. – Москва, 1992. – С. 3 – 63.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРХНЕКЕТСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Монголина

Научный руководитель доцент Н.В. Барановская

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Верхнекетский район является вторым по величине районом Томской области, общая площадь его достигает 4350 тыс.га. Район расположен в северо-восточной части Томской области. На северо-западе он граничит с Каргасокским районом, на западе – с Парабельским и Колпашевским, на юге – с Молчановским и Первомайским, на юго-востоке – с Тегульдетским районами Томской области, а на северо-востоке – с Красноярским краем. Число населенных пунктов – 20. По данным на 1 января 2002 г., количество населения района – 20,7 тыс. человек, по плотности менее 0,5 человек на 1 км². Районный центр – поселок Белый Яр (население – 9,3 тыс. человек). Район большей частью является лесоболотным. Лесистость – 57,7%, заболоченность – 39,2%. Лесная и деревообрабатывающая промышленность – основа экономики района.

Основной целью настоящей работы было провести районирование исследуемой территории по комплексным эколого-геохимическим показателям природных сред и биосубстратов человека.

Для исследования были отобраны пробы почвы, воды, волос, крови и щитовидной железы человека в поселках Белый Яр, Сайга, Степановка, Катайга, Тайное, Клюквинка, Нибега. Проанализирован их элементный состав, рассчитаны коэффициенты концентрации относительно средних значений по Томской области, построены геохимические ряды, рассчитаны и проанализированы суммарные показатели загрязнения.

Микроэлементный состав всех сред, за исключением воды, определялся методом инструментального нейтронно-активационного анализа с облучением в канале исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета (анализ проводился с.н.с. А.Ф. Судыко). Одновременно в пробе определялось 26 элементов. Определение урана в питьевых водах района проводилось лазерно-люминисцентным анализом в аналитической лаборатории СФ «Березовгеология» ФГУП Урангеологоразведка МПР РФ г. Новосибирска.

Пробы почвы были отобраны в поселках Тайное, Клюквинка, Степановка, Катайга. Анализ результатов показал, что среднее содержание почти всех элементов по области выше, чем по району, за исключением Вг и Нf. Если рассматривать содержание элементов по поселкам, то в почвах п.Тайное и Клюквинка спектр элементов был самым широким. По ассоциативным геохимическим рядам хорошо прослеживается специфика поселков. Так, для п.Тайное характерно накопление Sm, а для п.Клюквинка – U.

Пробы воды отбирались в поселках Катайга, Степановка, Клюквинка. По результатам анализа содержание в пробах воды урана поселков значительно ниже среднеобластных показателей, но если сравнивать со средним содержанием по району, то п.Степановка выделяется большим накоплением урана в питьевых водах.

Пробы накипи были отобраны в поселках Белый Яр, Степановка, Клюквинка, Катайга. При сравнении данных элементного состава проб накипи по району и по области, видно, что практически по всем элементам содержание в районе превышает среднеобластные показатели, более высокое значение имеют Sc, Fe, Zn, La. Рассматривая распределение элементов в накипи питьевых вод по поселкам, можно отметить, что максимальным накоплением отличаются поселки Катайга и Степановка. В п. Клюквинка в больших количествах накапливается уран. Специфика населенных пунктов проявляется в следующем: для п. Степановка характерно в больших количествах, чем в других поселках накопление Zn, геохимический ряд построенный для п. Клюквинка еще раз указывает о накоплении урана, в п.Белый Яр накапливается Na, в п.Катайга – Cr.

Пробы волос отбирались во всех исследуемых населенных пунктах, за исключением п.Нибега. По полученным данным установлено, что содержание почти по всем элементам в районе ниже, чем по области, за исключением, незначительно больше накапливающихся в районе Zn и Se, а также более высокое содержание Ag и Se. Хорошо просматривается специфика поселков. Так накопление Ag и Sm характерно для п. Белый Яр, для п. Клюквинка – Вг, для п. Степановка – Co, п. Тайное отличается накоплением Sb.

Пробы крови были отобраны только в поселке Сайга. Средние значения по п. Сайга совпадают со средними областными показателями, повышенное содержание наблюдается для Co, La, Sm, U и Sr, а содержания Sc, Cr, Zn, Вг, Se, As значительно ниже среднеобластных показателей.

Пробы щитовидной железы были отобраны в поселках Нибега, Белый Яр, Степановка. Элементный состав щитовидной железы отобранной в поселках сравнивался с элементным составом железы здорового

человека. Почти по всем элементам содержание выше, чем в железе здорового человека, значительно концентрируются Cr, Fe, Ag, Yb, Lu, Th, Hg. Больше всего элементов накапливается в щитовидных железах отобранных в поселках Степановка и Нибега. Геохимические ряды указывают, что для п. Степановка характерно накопление Th, для п. Нибега – Ag, Co, U, Белый Яр – Rb.

Для проведения районирования были взяты следующие показатели: количество микроэлементов, имеющих коэффициент накопления больше единицы и суммарный показатель загрязнения. Анализируя геохимические показатели почвы района на первое место выходят поселки Тайное и Клюквинка, по содержанию урана в питьевых водах первое место занимает п. Степановка. По обоим геохимическим показателям накали отобранной в районе максимальные значения имеет п. Степановка. По геохимическим показателям в волосах детей района самые высокие значения имеет п. Белый Яр. В щитовидной железе и количество элементов и суммарный показатель загрязнения максимальны в п. Степановка.

Таким образом, полученные данные на сегодняшний день по содержанию элементов в природных средах и биосубстратах человека позволяют произвести следующее районирование Верхнекетского района Томской области: больше всего элементов накапливается в п. Степановка, на втором месте пп. Белый Яр и Клюквинка, и минимальное количество элементов согласно проведенным исследованиям накапливается в пп. Тайное, Сайга и Катайга.

Литература

1. Земля Верхнекетская: Сборник научно-популярных очерков к 60-летию Верхнекетского района / Подл ред. Я.А. Яковлева. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 1997. – 432 с.
2. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. – Томск, 2006. – 216 с.
3. Социально-эколого-экономическая характеристика Верхнекетского района. ОГУ «Оболкомприрода» Администрации Томской области. – Томск, 2001. – 21 с.
4. Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Томской области в 2004 году. – Томск, 2005. – 187 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА ПО В.И. ВЕРНАДСКОМУ И ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Е.Ю. Пасечник, Т.Н. Игнатова, И.С. Иванова

Научный руководитель доцент Г.М. Иванова

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Геологическую деятельность человека и ее роль в развитии Земли В.И. Вернадский начал исследовать еще в начале XX века. В.И. Вернадский оказался прав, считая геологическую деятельность человека новой могучей силой в истории Земли. Истинное величие его как ученого выясняется только теперь. Преобладание геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере, предсказанное В.И. Вернадским, становится в настоящее время реальностью. Сегодня мы являемся наблюдателями и исполнителями глубокого изменения биосферы под действием человеческой деятельности. Человек действует не только как *Homo sapiens*, то есть как разумное существо, но, главным образом, как *Homo faber*, то есть как творец, создатель.

Еще в 1938 году В.И. Вернадский писал: «Мы присутствуем и жизненно участвуем в создании в биосфере нового геологического фактора, небывалого в ней по мощности... Закончен после многих сотен тысяч лет неуклонных стихийных стремлений охват всей поверхности биосферы единым социальным видом животного царства – человеком. Нет на Земле уголка, для него недоступного. Научной мыслью и государственно-организованной, ею направляемой техникой, своей жизнью человек создает в биосфере новую биогенную силу... Создание ноосферы из биосферы есть природное явление, более глубокое и мощное в своей основе, чем человеческая история... Это новая стадия в истории планеты, которая не позволяет пользоваться для сравнения, без поправок, историческим ее прошлым. Ибо эта стадия создает по существу новое в истории Земли, а не только в истории человечества» [2].

Многое из того, о чем писал и что предвидел В.И. Вернадский, подтверждается громадными изменениями на планете в XX и XXI веках. Человек сегодня стал самой могучей геологической силой, являясь причиной экологического кризиса планеты. Так, объем горных пород, ежегодно извлекаемых на поверхность Земли всеми шахтами и карьерами мира, уже в 2 раза превышает объем лав и пеплов, извлекаемых за год всеми вулканами. Число природных минералов, образовавшихся в различных физико-химических средах в результате сложных геохимических процессов, не превышает 3500, а число ежегодно синтезируемых человеком новых веществ измеряется десятками тысяч. Человеческая деятельность изменяет рельеф и гидрографическую сеть. Человеческая цивилизация привела к усилению парникового эффекта, изменяющего климат на планете; ведет к разрушению озонового слоя атмосферы; загрязнению гидросферы. Под давлением человеческой деятельности быстро уменьшается биологическое разнообразие на планете, являющееся фундаментальной основой жизни на Земле, определяя возможность существования, как различных экосистем, так и биосферы в целом. Специалисты утверждают, что в связи с деградацией природной среды по вине человека ежегодно на планете исчезают 10-15 тыс. разновидностей организмов, формировавшихся сотни миллионов лет. Быстрое сокращение биоразнообразия на уровне экосистем приведет в ближайшие 20-30 лет к угрозе потери около 1 млн. видов, то есть к ускорению сокращения числа видов по сравнению с естественным историческим ходом развития в 1000 раз, что означает потерю генофонда и потерю устойчивости экосистем. Так, под угрозой уничтожения, сегодня тропические леса Южной Америки и Африки, которые являются местом обитания 50-80 % видов живых организмов планеты и

которые выполняют функции мощного поглотителя углекислого газа из атмосферы в процессе фотосинтеза. В России на грани гибели ковыльные степи и тундровые системы в районе нефтедобычи, в критическом состоянии находятся озера Ладожское и Байкал; Азовское, Каспийское и Балтийское моря. В настоящее время наблюдается быстрый процесс истощения природных ресурсов шельфа океанов и морей, в акваториях которых сосредоточена значительная часть видов морских организмов, идет загрязнение морской и речной воды [10, 11].

Широкое использование химических веществ (в коммерческом обороте сегодня находится около 100 тыс. химических веществ), промышленные выбросы, захоронения отходов химических производств и различного рода аварийные ситуации на химических предприятиях привели к тому, что масштаб химического загрязнения природной среды крупных промышленных районов мира достиг очень высокого уровня. Так, в случае одного из типов химических загрязнителей – хлорфторуглеродов, используемых в холодильных системах, и в аэрозольных товарах, - последствия загрязнения (разрушение стратосферного озонового слоя) приобретают опасный для жизни человек глобальный характер. Идет не менее серьезное накопление химических веществ, в том числе токсичных, например, пестицидов и других сельскохозяйственных химикатов в продуктах питания. Все это чревато опасностью долгосрочных последствий [10, 11].

Кроме того, существуют еще твердые отходы, включающие все бытовые отходы, отходы промышленных предприятий и общественных учреждений, объем и виды которых увеличиваются в последние годы беспрецедентными темпами. По данным ученых, объем твердых отходов к 2005 г. возрос в 5 раз, что может стать уже непосильным бременем для экосистем планеты. И, наконец, существуют еще радиоактивные отходы. Ежегодно в мире в результате производства ядерной энергии образуется 200 тыс. м³ мало- и среднеактивных отходов и примерно 10 тыс. м³ высокоактивных отходов. Большую опасность представляют также аварийные ситуации на атомных объектах. И от всей этой опасности международное сообщество обязано защитить человечество. Опасность представляют также высокие темпы извлечения невозполнимых полезных ископаемых планеты, особенно энергоресурсов планеты, необходимых для развития цивилизации и формирующихся сотни тысяч и миллионы лет. Запасы пресной подземной воды также истощаются в связи с высокими темпами потребления [10, 11, 12].

Наша техническая цивилизация создала угрозу выживания человечества со стороны окружающей природной среды, быстро деградирующей под натиском человеческой деятельности. Это заставило ученых на рубеже XXI века обратиться к идеям В.И. Вернадского, к его учению о биосфере, ноосфере, к учению о геологической деятельности человечества и ее влиянию на развитие Земли. Учение В.И. Вернадского о биосфере перешло в учение о сфере планеты, где активно проявляется разум человека. До сих пор еще нет науки, исследующей геологическую деятельность человечества. Когда такая наука сформируется, основателем ее по праву будет считаться В.И. Вернадский.

Научное и практическое значение идей В.И. Вернадского как основателя учения о биосфере состоит в том, что он впервые глубоко обосновал единство человека и биосферы. Постепенное развитие живого вещества в пределах биосферы, привело к переходу ее в ноосферу (от греческого «ноос» - разум). Ноосфера – это (по В.И. Вернадскому) качественно новое состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором развития биосферы, влияющей на развитие планеты и всего живого.

Сегодня специалисты активно изучают результаты воздействия человека на природу Земли. Основной наукой при этом является экология, исследующая взаимодействие между собой фауны, флоры и неорганического вещества. Человек нарушает систему таких взаимоотношений. Экологи ищут сегодня пути к восстановлению пострадавших природных систем, но экология как наука не изучает процессов преобразования человеком земной коры, не изучает и саму по себе геологическую деятельность человека, ее закономерности, формы, историю. В.И. Вернадский, предвидя это, писал в ряде своих работ о новой геологической эпохе – психозойской эре, эре Разума. В «Очерках геохимии» [8] он очень верно отметил: «Раньше организмы влияли на историю только тех атомов, которые были нужны для их роста, размножения, питания, дыхания. Человек расширил этот круг, влияя на элементы, нужные для техники и для создания цивилизованных форм жизни. Человек действует здесь не как *Homo sapiens*, а как *Homo faber* (творец). И он распространяет свое влияние на все химические элементы».

Подсчеты советского геохимика А.И. Перельмана показали, что в процесс технической деятельности человека – техногенез – вовлечены сейчас все химические элементы. Активность техногенеза значительно превышает активность любого другого геохимического процесса Земли, а в ряде случаев и всех других геохимических сил планеты вместе взятых. Не укрепились еще сегодня в науке положение об особой геологической эпохе (психозойской или технозойской эре), предложенное В.И. Вернадским. А ведь очень важно знать ее характерные черты, этапы, будущее. Безусловно, наука о техносфере (ноосфера) или психозойской (технозойской) эре выходит за рамки наук о Земле, включая в себе науки о человеке, технике, космосе. Пока еще наука о геологической деятельности человечества, которой плодотворно занимался В.И. Вернадский, остается преимущественно теоретической. Однако уже начинается внедрение теории в практику. Это относится, в частности, к новой отрасли знания – геотехнологии [1].

Работы В.И. Вернадского о геологической деятельности человека приобретают сегодня широкую популярность. Однако остается вне внимания одна очень интересная мысль, высказанная В.И. Вернадским в его более раннем «Опыте описательной минералогии» [4]. Рассказывая о геологической деятельности человека, В.И. Вернадский отметил: «Всюду возникает вопрос об истощении запасов природных скоплений минералов, тех их форм, которые доступны переработке человеком».

Впрочем, о проблеме истощения запасов полезных ископаемых говорилось и ранее. Общеизвестно, что воздух и вода доступны очистке и могут быть использованы (в принципе) без загрязнения и вредных отходов. Воссоздается биологическая продукция. С полезными ископаемыми дела обстоят иначе. Охрана недр сегодня сводится к рациональному использованию минеральных богатств. Дополнительно (и не всегда) ставятся вопросы о вторичной переработке отходов и о комплексном использовании извлекаемого сырья.

В таком случае все ценные, крупные и доступные залежи будут выработаны в недалеком будущем. Подсчеты ученых устанавливают сроки истощения отдельных полезных ископаемых: от десятилетий до столетий. Каков же выход из столь сложной и как будто бесперспективной ситуации? У В.И. Вернадского есть на этот счет исключительно важное замечание: «Химическая работа человечества должна сделаться интенсивнее; оно будет вынуждено концентрировать руды, т.е. быстро производить природную геологическую работу, идущую медленно – веками и тысячелетиями» [3]. Да, у человека есть выход, как считают ученые, в будущем: ускорить и направить течение геохимических процессов, искусственно создавать в земной коре месторождения полезных ископаемых. Круг подобных искусственных месторождений сегодня еще очень узок и охватывает прежде всего соли: поваренную – минерал галит и сульфат натрия- мирабилит. Появилась новая отрасль науки, исследующая возможности регуляции процессов, идущих в земной коре и на земной поверхности, – геотехнология. Правда, она пока связана преимущественно с разработкой методов бесшахтной добычи полезных ископаемых: путем нагнетания по скважинам воды, растворения некоторых минералов, откачивания раствора и извлечения необходимых компонентов и т.п. Это частные проблемы, относящиеся главным образом к горному делу. В будущем у геотехнологии открываются самые широкие перспективы. Основываясь на геологических знаниях о жизни земной коры и закономерностях формирования месторождений полезных ископаемых, геотехнология станет в будущем наукой об использовании земной коры на благо человека. Знаний о жизни земной коры сегодня еще недостаточно. Неясно даже, какие силы определяют развитие земной коры и каковы течения основных геологических процессов; глубинные ли они, связанные с подкорковыми явлениями; либо космические, влияющие на всю Солнечную систему, или поверхностные, вызванные почти исключительно воздействием на Землю солнечных лучей.

В.И. Вернадский говорил: «Изменяя характер химических процессов и химических продуктов, человек совершает работу космического характера. Она является с каждым годом все более значительным фактором в минеральных процессах земной коры и мало-помалу меняет их направление» [4].

В.И. Вернадский настойчиво подчеркивал связь планетарных и космических процессов. Он писал: «В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание. Она выявляется как планетарное явление космического характера. Человечество как живое вещество неразделимо связано с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки Земли и ее биосферой. Оно не может быть физически от нее независимым ни на одну минуту». Здесь очевидно стремление научной мысли найти единство естественно-природных и социально-исторических процессов, увидеть и проанализировать ход их воздействия на планету. В этих целях В.И. Вернадский выделил также особый этап в развитии биосферы, связанный с социальной деятельностью человека.

В.И. Вернадский сумел увидеть то, что давно было у всех перед глазами, объединил, казалось бы несоединимое. В том и заключается великая простота и неожиданность научных открытий. Ученый стал исследовать геологическую деятельность человека в ее сходстве и различиях с другими природными геологическими силами. Геологическая роль человека недооценивалась учеными. В.И. Вернадский выявил некоторые геохимические и общегеологические закономерности деятельности человека на планете. Он совершенно справедливо связывал геологическую мощь человечества с техническим и промышленным прогрессом: «Вся история техники показывает нам, как постепенно человек научился видеть источник силы в природных предметах, казавшихся ему мертвыми, инертными, ненужными». В 1938 году В.И. Вернадский писал: «Мы присутствуем и жизненно участвуем в создании в биосфере нового геологического фактора, небывалого в ней по мощности... Создание ноосферы из биосферы есть природные явления, более глубокое и мощное в своей основе, чем человеческая история...» [5].

Противоречия, возникшие сегодня между технократическим подходом человека к Земле и биосфере и конструктивным биосферно-ноосферным подходом необходимо разрешить, чтобы снять планетарную экологическую угрозу, созданную человеком. Это осознала передовая часть человечества. Серьезная озабоченность грозящей катастрофой заставила лучших ученых мира по инициативе ЮНЕСКО ООН провести тщательную экспертную оценку состояния земной экосистемы, установить причины глобального экологического кризиса планеты и предложить международному сообществу пути спасения человечества. Учеными мира была разработана и предложена программа спасения человечества – новая модель развития человечества – модель устойчивого развития общества, основанная на принципах и условиях развития ноосферы по В.И. Вернадскому, под названием «Программа развития цивилизации на XXI век» (Конференция ООН, 1993). Фактически это супер – программа, ориентированная на подготовку мирового сообщества к решению тех экологических проблем, с которыми наша цивилизация столкнулась в XXI веке. Всемирный саммит в Йоханнесбурге (Южная Африка) в 2002 г. – это вторая «мозговая атака» мирового общества по предотвращению глобального экологического кризиса. Основным итог Йоханнесбургского Саммита, проходящего под девизом «Народы. Земля. Выживание», – это подтверждение безальтернативности модели устойчивого развития. Ноосфера по В.И. Вернадскому, требует качественно нового пути развития цивилизации в отличие от современного, а именно глобального управления планетарными процессами по единой разумной воле. Этот путь устойчивого развития ведет к идеям социалистического планового общества без частной собственности, без войн. Другого пути нет (На Всемирном саммите..., 2002) [9, 10, 11].

Однако не все так просто. Психологически человечество сегодня не готово к этому. Необходима революция в общественном сознании для решения столь глобальных судьбоносных проблем. Главным препятствием к переходу цивилизации на новый путь устойчивого развития – путь спасения человечества и планеты является власть капитала и политическое руководство, обслуживающее эту власть. Прислушаемся к словам Генерального секретаря Конференции ООН Мориса Стронга: «Или будет спасен весь мир, или погибнет вся цивилизация» [10]. В.И. Вернадский говорил: «В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление» [6].

Владимир Иванович верил в человеческий разум: «В биосфере существует великая геологическая, может быть, космическая сила, планетное действие которой обычно не принимается во внимание в представлениях о космосе, представлениях научных, или имеющих научную основу... Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его как существа общественного». Будем и мы верить в разум человеческий и надеяться, что человечество способно преодолеть надвигающуюся экологическую катастрофу.

Литература

1. Баландин Р.К. Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие. – М.: Знание, 1979
2. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. – М.: Успехи биологии, 1944 – Т 18. – в.2
3. Вернадский В.И. Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры. – Пг.: Время, 1922
4. Вернадский В.И. История минералов земной коры – Пг, 1923. – Т 1. – в. 1
5. Вернадский В.И. Мысли и переписка о ноосферах. М.:Наука, 1995.
6. Вернадский В.И. Биосфера. – Ленинград: НХТИ, 1926
7. Вернадский В.И. Дневники 1921 – 1925. М.: Наука, 1998
8. Вернадский В.И. Очерки геохимии. – М, 1927
9. Директива Совета Безопасности Европейского Союза 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 г.
10. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992г.) / Под ред. В.А.Коптюга - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1993, 62с.
11. На Всемирном саммите в Йоханнесбурге. /Ноосфера. - М.:Наука, 2002.
12. Таловская А.В., Токаренко О.Г. Актуальность учения академика В.И. Вернадского в современных условиях экологического кризиса планеты//Проблемы геологии и освоения недр – Томск: Изд-во ТПУ, 2005

РАДИОАКТИВНЫЕ ИЗОТОПЫ В ЗОНЕ ОКИСЛЕНИЯ АДУН-ЧУЛУНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА МОНГОЛИЯ)

А.И. Радченко

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Угольная энергетика является многофакторным загрязнителем. При сжигании топлива в окружающую среду поступают химические элементы и соединения органических и неорганических типов, взвешенные частицы (пыль).

Атмосферные осадки и аэрозоли, содержащие уран и торий зольных уносов угольных ТЭЦ, могут вызывать необратимые процессы в организмах. Реальную опасность для населения может представлять твердофазная эмиссия урана и тория, которая в виде тончайшей фракции проходит через системы очистки дымовых газов (волоконные фильтры, электрофильтры). В каменных углях обогащение тончайшей фазы уноса существенно выше, чем в бурых углях [5]. В работе [1] приводятся данные о выбросе угольной ТЭЦ, оборудованной фильтрами золоулавливания эффективностью 99 %, мощностью 1000 МВт. При сжигании углей с содержанием урана - 1 г/т и тория - 2 г/т их ежегодный выброс в атмосферу составляет 23,2 кг и 46,4 кг соответственно. В атмосферу также поступают и другие тяжелые металлы, в том числе ртуть, содержащиеся в угле. При околотарных содержаниях урана и тория в сжигаемых углях, эти элементы не представляют серьезной опасности для населения. Что касается тория, то расчеты показывают, что уровень его опасной концентрации в углях должен примерно на порядок превышать его угольный кларк. Поскольку углей с таким высоким содержанием тория практически нет, то любой энергетический уголь не представляет радиационной опасности по торью [6].

Наибольшую опасность для здоровья людей и экологии окружающей среды представляет работа ТЭЦ на угле с аномально высоким содержанием урана, так как уран является не только радиоактивным, но и токсичным элементом.

ТЭЦ г. Чойбалсан является основным потребителем угля Адун-Чулунского месторождения, расположенного в аймаке Дорнод на востоке Монголии. Месторождение, представленное одним мощным пластом бурого угля мелового возраста, разрабатывается с конца 50-х годов прошлого века. Мощность пласта на разных участках колеблется от 8 до 35,5 м. На разрезе вскрыт пласт мощностью около 17 м, добыча ведется открытым способом. Годовая производительность разреза не превышает 200 тыс. тонн. При вскрыше верхняя часть пласта толщиной до 1,5 метров вывозится в отвалы, что чревато возгоранием. Второй экологической проблемой в связи с обработкой месторождения является наличие окисленных ураноносных углей. Несмотря на то, что верхняя часть пласта вывозится в отвалы, возможно загрязнение товарного угля радиоактивными элементами. На это указывает повышенная радиоактивность золошлаков на золоотвале Чойбалсанской ТЭЦ. Проведенные здесь замеры экспозиционной дозы излучения (40 – 80 Мкр/ч) свидетельствуют о высокой гамма активности золошлаков.

Для оценки техногенной нагрузки местной ТЭЦ (и её золоотвала) на жителей г. Чойбалсан необходимо определить содержание естественных радионуклидов в угле и золошлаке. Для этих целей было отобрано 12 проб угля Адун-Чулунского месторождения и продуктов их сжигания. Опробование месторождения выполнено бороздовым методом по сечению вкрест простирания угольного пласта по направлению от почвы к кровле. Помимо угля опробованы также и углевмещающие породы кровли пласта. Длина бороздовой пробы колебалась от 0,05 м до 7,0 м, ширина борозды - 0,05 м. Наиболее протяженные по длине пробы характеризовали однородные угли наиболее мощных пластов. Шлаки и золы уноса котельных опробовались точечным методом на золошлакоотвалах способом вычерпывания. Вес исходной геохимической пробы составлял 0,5 - 2 кг. Подготовка проб для аналитических исследований во всех случаях осуществлялась по стандартной методике [2, 4],

включающей сушку в естественных условиях, дробление, квартование и истирание до 200 с соблюдением всех необходимых мер, исключая их техногенное загрязнение.

Исследования проведены методом гамма-спектрометрии. Активность изотопов этим методом определяется по интенсивности гамма-квантов определенных энергий, испускаемых изотопами в зависимости от их ядерных свойств. Исследования проведены в лаборатории радиационного контроля ТПУ на гамма-спектрометре с германиевым полупроводниковым детектором типа ДГДК-100В, оборудованном низкофоновой камерой. Спектрометр аттестован в Центре метрологии ионизирующих излучений «ВНИИФТРИ» Госстандарта России и оснащен программным обеспечением «AnGamma», разработанным компанией Аспект (Россия). Перед измерением проводилась калибровка спектрометра по энергии и эффективности регистрации гамма - квантов, с помощью образцового гамма – источника помещенного в цилиндрический сосуд объемом 0,27 литра

Проведенные исследования подтверждают необходимость организации систематических радиометрических измерений на угледобывающем предприятии и ТЭЦ для контроля за воздействием выбросов ТЭЦ, золоотвалов и угольного разреза для персонала и населения города. Результаты определения радионуклидов в пробах углей и продуктах их сгорания Адун-Чулунского месторождения приведены в таблице.

Таблица
Естественные радионуклиды в углях Адун-Чулунского месторождения и золошлаках ТЭЦ г. Чойбалсан

№ пробы	Порода	K-40, Бк/кг	Ra-226, Бк/кг	Th-232, Бк/кг	U-238, Бк/кг	U-238/ Ra-226	A эфф, Бк/кг
A-Ч-1	уголь	< 37,7	<4,9	11,0	<123,1		13,1
A-Ч-2	уголь	< 37,7	24,9	18,2	<123,1		44,3
A-Ч-3	уголь	< 37,7	125,1	20,9	1332,3	10,6	145,2
A-Ч-4	уголь	< 37,7	42,7	1,9	<123,1		38,6
A-Ч-5	уголь окисленный	< 37,7	1394,1	41,6	7153,3	5,1	1316,8
A-Ч-6	уголь окисленный	< 37,7	750,4	51,0	8524,5	11,3	878,8
A-Ч-8	уголь окисленный	< 37,7	651,8	<0,8	1862,6	2,9	592,5
A-Ч-9	золошлаки	405,3	972,0	26,3	1917,1	2,0	481,9
A-Ч-10	золошлаки	188,2	3010,3	160,6	8016,8	2,7	2631,4
Средняя активность углей		< 37,7	498,2	24,1	4718,2	-	-
Средняя активность золошлаков		296,7	1991,2	93,4	4967	-	-

В результате проведенных исследований определены удельные активности естественных радионуклидов K-40, Th-232, U-238, Ra-226. В большинстве исследованных проб обнаружена повышенная активность урана, хотя для некоторых проб она оказалась ниже минимально детектируемой активности. Высокие содержания урана в угле приурочены к верхней части пласта.

Полученные результаты хорошо согласуются с исследованиями монгольских специалистов (Nogov N. и др.) [3], которые также изучали угли Адун-Чулунского месторождения и золошлаки ТЭЦ г. Чойбалсан.

Торий - урановое отношение меньше единицы, что характерно для углей и обусловлено низкой сорбцией тория органическим веществом в период торфонакопления и формирования угольного пласта. Высокие значения уран - радиоевого отношения говорят о молодом возрасте уранонакопления, не превышающем двух миллионов лет.

Определенная нами величина эффективной удельной активности углей превышает значение, допускаемое НРБ-99 для использования этих углей в бытовых целях. Повышенное содержание урана в углях требует применения специальных мер для экологической защиты населения и окружающей среды при использовании угля. Целесообразно извлекать уран из золошлаков. Уголь данного месторождения целесообразно исследовать на содержание элементов - примесей, которые можно было бы извлекать из продуктов сжигания угля совместно с ураном, что позволило бы безопасно утилизировать отходы и снизить техногенную нагрузку на окружающую среду.

Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В., Рихванов Л.П. и др. Редкометалльный потенциал углей Минусинского бассейна. – Новосибирск: Изд-во СО РАН филиал «Гео», 2003. – 347с.
2. Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. – М.: Наука, 1987. – 136 с.
3. Nogov N., Davaa S., Enkhbat N. Study on natural activity of Mongolian coal using gamma spectrometry. // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы II международной конференции. – Томск: Из-во «Тандем-Арт», 2004. – С. 702 – 705.
4. Ткачев Ю.А., Шеин А.А. Обработка проб полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 190 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Уран в углях. – Сыктывкар: Изд-во Коми научного центра УрО РАН, 2001. – 84 с.
6. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Уран и торий в углях. Геохимия и экология. // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы II международной конференции. – Томск: Изд-во «Тандем-Арт», 2004. – С. 702 – 705.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ТЕРРИТОРИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ**А.В. Таловская****Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В настоящее время загрязнение атмосферы пылеаэрозольными выпадениями в крупных регионах и городах России и зарубежья возрастает с каждым годом. Наиболее опасными и токсичными для живых организмов являются радиоактивные аэрозоли, источником которых в большей степени являются предприятия ядерно-топливного цикла.

Существующие методы по изучению радиоактивности атмосферы не могут уловить наличие, определить величину и распределение микровключений, содержащих альфа-излучающие элементы, даже при достаточно высокой концентрации этих элементов в окружающей среде. Выявление таких излучателей и определение их размеров представляет значительный практический интерес и большую сложность [1].

Западно-Сибирский регион представляет район со сложной техногенной нагрузкой за счет размещения разнопрофильных предприятий. Актуальность работы связана с присутствием предприятий ядерно-топливного цикла на данной территории (например, СХК в Томской области, ГХК в Красноярском крае и др.), которые определяют специфический характер воздействия на природные среды и здоровье человека. Особую актуальность данной работе придает начало реализации Президентской программы строительства новых АЭС на территории страны. Сейчас мы сможем оценить реальную экологическую ситуацию, выявить специфику производств, контролировать ситуацию и давать определенные рекомендации.

Одним из наиболее информативных природных сред, позволяющим оценить твердые атмосферные загрязнения является снеговой покров [2]. По опыту работы в Сибирском регионе, пылеаэрозольные выпадения анализируются главным образом путем отбора проб снега [3 - 5].

Уникальность работы заключается в том, что автором впервые применяется метод осколочной радиографии для изучения пылеаэрозольных выпадений России, поэтому с этой точки зрения российских и зарубежных налогов данному исследованию нет. Это в свою очередь формирует новый рынок услуг в стране, с возможным выходом и на мировой.

Научная новизна работы заключается в следующем, предлагаемый автором инновационный подход позволяет выявить формы нахождения и пространственное распределение радиоактивных делящихся элементов в пылеаэрозольных выпадениях снегового покрова.

Для изучения радиогеохимических особенностей пылеаэрозолей в зоне влияния предприятий ядерно-топливного цикла нами проводились исследования на территории Томской области в рамках хоздоговора с ОАО «Томскгеомониторинг» согласно «Федеральной программы ведения государственного мониторинга состояния недр на территории Томской области» (договор № 2-67/06 от 11 апреля 2006 г.).

Метод f-радиографии основан на делении изотопов урана-235 под действием быстрых нейтронов в канале ядерного реактора. Этот метод позволяет с высокой чувствительностью и точностью выявлять пространственное распределение радиоактивных элементов. Детекторами осколков вынужденного деления в f-радиографии служат специально подобранные внешние детекторы, прилегающие вплотную к поверхности объекта во время облучения. После облучения детектор отделяют от исследуемого объекта и подвергают избирательному химическому травлению раствором КОН. Химическое травление делает дефекты (треки) структуры радиоактивного происхождения видимыми в оптическом микроскопе при увеличениях 100x - 400x. Исследования проводились на базе ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии с использованием ядерного реактора Научно-исследовательского института ядерной физики ТПУ. Пробы твердого осадка снега были проанализированы инструментальным нейтронно-активационным анализом на содержание (концентрация, мг/кг) редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

По предварительным результатам исследования наиболее интересным представляется содержание в пробах радиоактивных элементов. В зоне воздействия предприятия ядерно-топливного цикла устанавливается средняя величина урана 5,8 мг/кг, тория – 14 мг/кг в пылеаэрозолях, однако разброс значений значителен: уран - от 4,8 мг/кг до 6,6 мг/кг, торий – от 11,2 мг/кг до 15,2 мг/кг. Это свидетельствует о неоднородном характере распределения радиоактивных элементов в данной природной среде и требует детальных исследований. При этом содержания данных элементов в пробах превышают фоновые значения в 29 раз по урану (фон 0,2 мг/кг по данным [3] с дополнениями [4]), в 5 раз по торью (фон 2,9 мг/кг по данным [3] с дополнениями [4]). По торий-урановому отношению пылеаэрозоли имеют явно урановую природу ($Th/U = 2,4$) при фоновом значении 14,2 по данным [3] с дополнениями [4].

По первоначальным данным f-радиографии установлено присутствие в пылеаэрозольных выпадениях снегового покрова в зоне воздействия предприятий ядерно-топливного цикла встречаются скопления треков в виде «звезд», которые можно рассматривать как собственных микровключений оксидов урана, так и «горячие» частицы, т.е. альфа-излучающих компонентов, которые очень опасны живым организмам. В то время, как в пылеаэрозольных выпадениях снегового покрова территорий с разнопрофильным производством уран фиксируется в форме молекулярного равномерного и неравномерного рассеяния.

Дальнейшие исследования предполагают провести аналогичные исследования в различных частях г. Томска, территорий с наличием предприятий ядерно-топливного цикла. Это позволит определить специфику производств, выделить районы с неблагоприятной экологической ситуацией на исследуемых территориях и установить зоны воздействия предприятий ядерно-топливного цикла, что позволит дать определенные природоохранные рекомендации предприятиям.

Планируется провести дополнительные исследования на базе Научно-аналитического центра ТПУ и других организаций, что позволит расширить исследования и определить природу «горячих» частиц.

В итоге будет разработана методика экспрессной оценки радиоэкологического состояния территории с дальнейшей заявкой на патент в режиме «ноу хау». Коммерциализация данной инновационной идеи будет через 3-6 лет, при этом в будущем планируется открыть собственный бизнес, который будет представлять собой тиражирование запатентованной методики или в виде заказов по хозяйственным работам с различными организациями. Например, в настоящее время находится в стадии подготовки договор с ОАО «Томскгеомониторинг» о проведении радиогеохимических исследований на территории г. Томска. При этом результаты исследований могут быть использованы при разработке программ мониторинга территории Томской области и других регионов с наличием предприятий ядерно-топливного цикла и в целом для совершенствования методов эколого-геохимического мониторинга.

Литература

1. Берзина И.Г. Выявление радиоактивного загрязнения окружающей среды методом радиографии // Геохимия. – М., 1993, №3. – С. 449 – 456.
2. Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Ф. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 185 с.
3. Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: Автореферат. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2001. – 22 с.
4. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга западной Сибири. Дис...доктора геол.-минер. наук. – Томск, 2006. – 420 с.
5. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П. Содержание радиоактивных и редкоземельных элементов в аэрозольных выпадениях снегового покрова различных территорий Западной Сибири. Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы Международ. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С. 312 – 316.

МИНЕРАЛОГ-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА «ТОМСКИЙ» ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Таловская

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Особенность Томской области заключается в том, что в ее пределах располагается одно из крупнейших по своим масштабам ядерных производств в мире – Сибирский химический комбинат на территории г. Северска, а также ряд промышленных предприятий на территории г. Томска. Преимущественно наибольшую техногенную нагрузку от Томск-Северской промышленной агломерации испытывают населенные пункты Томского района [2, 4 и др.].

Для изучения минералого-геохимических особенностей пылеаэрозольных выпадений на территории полигона «Томский» Томской области нами проводилось снеговое опробование в 2006 г. по договору № 2-67/06 от 11 апреля 2006 г. с ОАО «Томскгеомониторинг» согласно «Федеральной программы ведения государственного мониторинга состояния недр на территории Томской области». Следует отметить, что ранее сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета проводились эколого-геохимическая оценка природных сред (снег, почва) на специализированных полигонах - Обь-Томское междуречье и северо-восточнее СХК. Основное внимание уделялось изучению оценки природных сред, оказывающих влияние на качество подземных вод и находящихся в районах с разной техногенной нагрузкой и защищенностью подземных вод от загрязнения [6].

В пределах полигона «Томский» располагаются населенные пункты преимущественно Томского района, а также гг. Томск и Северск. Нами проводилось снеговое опробование в 11 населенных пунктах Обь-Томского междуречья (юго-западная зона - с.с. Берёзкино, Поросино, Зоркальцево, Тимирязево) и правого берега р. Томь в зоне воздействия Томск-Северской промышленной агломерации (северо-восточная зона - с.с. Самуль, Петропавловка, Георгиевка, Наумовка, Светлый), в том числе и фоновых участках, которые принимают сотрудники СХК (с.с. Победа, Чернышевка). В каждом населенном пункте снег отбирался массой 150-180 кг. Кроме этого, для сопоставления проводился нами отбор снега на территории заказник «Томский», расположенный максимально от воздействия промышленных территорий.

Изучение минерально-вещественного состава твердого осадка снега осуществлялось с применением стереоскопического бинокулярного микроскопа и рентгеноструктурного анализа. Все пробы были проанализированы инструментальным нейтронно-активационным анализом на содержание (концентрация, мг/кг) 23 химических элементов в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (аналитик А.Ф. Судыко).

По результатам исследования величина среднесуточной пылевой нагрузки в исследуемых населённых пунктах изменяется от 13 мг/(м²*сут) (с. Чернышевка) до 61 мг/(м²*сут) (с. Наумовка). При этом в юго-западной зоне эта величина изменяется от 20 до 45 кг/км²*сут, в северо-восточной зоне – 25-60 кг/км²*сут, в фоновых участках - 13-15 кг/км²*сут. В пробах заказника «Томский» величина среднесуточной пылевой нагрузки составляет 13 мг/(м²*сут). В целом полученные значения соответствуют низкой степени загрязнения (до 250 мг/(м²*сут) – низкая степень загрязнения [1]), тогда как при сравнении с фоновыми значениями (6 мг/(м²*сут) [3]) отмечается превышение до 4 раз в юго-западной зоне и до 6 раз в северо-восточной зоне.

По результатам изучения минерально-вещественного состава твердого осадка снега, основная доля загрязняющих компонентов в пробах приходится на техногенные образования (70–90%), тогда как на природные

частицы – 10–30%. Содержание техногенных частиц в юго-западной зоне в среднем 84%, в северо-восточной – от 77 %, а по мере удаления от промышленной агломерации (Чернышевка, Берёзкино) – 40 %, а в пробах п. Победа величина техногенной составляющей равна 72%. В пробах заказника частицы природного происхождения (66%) доминируют над техногенными составляющими (23,4%), представленными в основном частицами сажи.

Таблица
*Величины среднего содержания элементов (мг/кг), среднесуточного выпадения пыли (P_п, мг/м²*сут), среднесуточного выпадения элементов (P_{общ.}, г/км²*сут)*

	As	Co	Sb	Ba	Sr	Lu	La	Ce	Sm	Eu	Rb	Hf	U	Th
п. Победа (P _п = 15 мг/м ² *сут)														
Среднее	2,5	31,2	14,2	1698	100	0,6	52,0	115,6	7,9	2,4	98,6	9,6	7,2	18,0
P _{общ.}	0,04	0,5	0,2	25,1	1,5	0,01	0,76	1,69	0,12	0,04	1,40	0,1	0,1	0,3
сс. Чернышовка-Березкино (P _п = 14 мг/м ² *сут)														
Среднее	2,5	18,0	5,6	1014	218	0,42	38,8 7	81,33	6,22	1,43	52,7	6,3	4,6	12,3
P _{общ.}	0,04	0,3	0,1	14,2	3,1	0,01	0,5	1,1	0,1	0,02	0,7	0,1	0,1	0,2
Юго-западная зона (P _п = 32,3 мг/м ² *сут)														
Среднее	3,5	18,0	4,6	1085	360	0,5	40,5	83,1	7,3	1,5	57,3	6,4	4,6	11,7
P _{общ.}	0,1	0,6	0,1	35,0	11,6	0,01	1,3	2,7	0,2	0,05	1,9	0,2	0,1	0,4
Северо-восточная зона (P _п = 37,2 мг/м ² *сут)														
Среднее	2,7	18,2	4,8	1131	304	0,6	50,8	91,6	8,2	1,5	68,9	7,0	5,8	13,9
P _{общ.}	0,1	0,7	0,2	42,1	11,3	0,02	1,9	3,4	0,3	0,1	2,6	0,3	0,2	0,5
Заказник "Томский" (P _п = 13 мг/м ² *сут)														
Среднее	0,3	8,1	5,8	433	100	0,2	17,6	34	3,5	0,6	33,8	2,6	2,1	4,7
P _{общ.}	0,003	0,1	0,1	5,6	1,3	0,003	0,2	0,4	0,05	0,008	0,4	0,03	0,03	0,06
Фон*, мг/кг	0,5	10	2,3	100	100	0,08	3	10	0,6	1,1	55	2,2	0,2	2,9

Примечание: фон* - данные [3] с некоторыми дополнениями [5] по Среднему Васюгану.

Оценка распределения изученных тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов по данным инструментального нейтронно-активационного анализа в населённых пунктах района исследования представлена в таблице. В качестве фоновых значений для сравнения используются данные [3] с некоторыми дополнениями [5] по Среднему Васюгану.

Тяжелые металлы. В твердом осадке снега населенных пунктов содержание мышьяка, кобальта, сурьмы, бария и стронция превышают фоновые значения, а содержание хрома находится в пределах фона. Среди них особо необходимо выделить в пробах снега п. Победа концентрации кобальта 31,2 мг/кг (фон 10 мг/кг), сурьмы 14,2 мг/кг (фон 2,3 мг/кг), хрома 183,8 мг/кг (фон 110 мг/кг) и бария 1696 мг/кг (фон 100 мг/кг), а в пробах населённых пунктов юго-западной зоны – мышьяка 3,5 (фон 0,5 мг/кг) и стронций 360 мг/кг (фон 100 мг/кг). Следует отметить, что величина техногенной нагрузки на снеговой покров, создаваемая тяжелыми металлами, имеет четко выраженную закономерность: наименьшая в п. Победа и наибольшие значения в северо-западной зоне (таблица). Пробы заказника характеризуются низкими значениями содержаний данных элементов.

Содержание **редких элементов** в твердом осадке снега населённых пунктов района исследования превышают фоновые значения (таблица). Отмечаются повышенные содержания рубидия и гафния в пробах твёрдого осадка снега п. Победа относительно других населённых пунктов, тогда как содержание цезия несколько повышено в пробах северо-восточной зоны (6,5 мг/кг). Максимальная величина среднесуточного выпадения металлов на снеговой покров приходится на населённые пункты северо-восточной зоны. Пробы заказника характеризуются низкими значениями содержаний данных элементов.

Редкоземельные элементы. В пробах твёрдого осадка снега районов исследования отмечается значительное превышение над фоновыми значениями всех элементов. Содержание лютеция в пробах твёрдого осадка снега населённых пунктов района исследования отличается незначительно, тогда как наибольшее содержание церия, европия, приходится на п. Победа. При этом в пробах п. Победа и северо-восточной зоны содержание лантана и самария близки, соответственно для La 52 мг/кг и 50,8 мг/кг, и Sm - 7,9 мг/кг и 8,2 мг/кг. Пробы заказника характеризуются низкими значениями содержаний данных элементов.

Величина лантан-иттербиевого отношения (La/Yb) в п. Победа равна 12,6, сс. Чернышевка-Березкино – 12,7, в юго-западной зоне – 12,8, в северо-восточной зоне - 14,2, в пробах заказника – 12,6 при фоновом значении 14. Отношение суммы легких лантаноидов к тяжелым ((La+Ce)/(Yb+Lu)) составляет в п. Победа 35,6, в сс. Чернышевка-Березкино – 34,5, в юго-западной зоне – 34,2, северо-восточной зоне 34,3, в пробах заказника – 26,6,

что близко к фоновому значению 34,7. Величина среднесуточного выпадения элементов закономерно повышается к зонам воздействия Томск-Северской промышленной агломерации.

Радиоактивные элементы. В пробах твердого осадка снега районов исследования содержания урана и тория значительно превышают фоновые значения. Пробы заказчика характеризуются низкими значениями содержания радиоактивных элементов. Наибольшие значения по содержанию урана приходятся на пробы твердого осадка снега п. Победа и северо-восточной зоны, а содержание тория – в п. Победа. По величине торий-уранового отношения пробы твердого осадка снега населенных пунктов характеризуются низкими значениями (менее 2,5 единиц), что значительно меньше фона (14,5 единиц). Данные торий-уранового отношения характеризуют урановую природу радиоактивности, что может быть обусловлено как деятельностью топливно-энергетического комплекса, так и предприятий ядерно-топливного цикла.

По результатам проведенного кластерного анализа в пробах пылеаэрозолей заказчика «Томский» отмечаются значимые связи между Au-Bg, Ca-Yb, в пробах п. Победа – Yb-La, Eu-Ba, Fe-La, в пробах сс. Чернышевка-Березкино – Tb-Ce, La-Lu, в пробах юго-западной зоны - La-Lu, Sc-Cr, Sb-Co, Br-Th, Hf-Ce, Au-As, в пробах северо-восточной зоны – Cr-Sb, Th-Ce, La-Lu, Sc-Co.

Таким образом, полученные результаты позволили установить уровни накопления тяжёлых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в твердом осадке снега населенных пунктов исследуемого района как на территории полигона «Томский», так и за его пределами. Общая тенденция загрязнения компонентов природной среды в зоне воздействия Томск-Северской промышленной агломерации сохраняется.

Литература

1. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
2. Рихванов Л.П. и др. Эколого-геохимические особенности Томского района и заболеваемость населения. – Томск, 2006. – 213 с.
3. Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2001. – 22 с.
4. Экология Северного промышленного узла г. Томска: проблемы и решения / Под ред. А. М. Адама. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1994. – 260 с.
5. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга западной Сибири: Дис...доктора геол.-минер. наук. – Томск, 2006. – 420 с.
6. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П. и др. Эколого-геохимическая оценка природных сред на специализированных полигонах: Обь-Томское междуречье и северо-восточнее СХК (отчет о научно-исследовательской работе). – Томск: МГП «Экогеос», 2001. – 202 с.

МЕХАНИЗМЫ БИООКИСЛЕНИЯ ТРУДНОБОГАЩАЕМЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНЫХ РУД СЕРГЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

М.В. Толубаева, Н.В. Тонкова, С.К. Малинкина

Научный руководитель доцент М.З. Серебряная

Днепропетровский национальный университет, г. Днепропетровск, Украина

Биотехнологическая переработка труднобогачаемых руд заключается в биоокислении сульфидных минералов, которое в противоположность гидromеталлургическим и другим способам окисления осуществляется в мягких условиях: $t = 20 - 30$ °C; слабокислая среда; нормальное давление при отсутствии экологически опасных выбросов.

Многочисленные исследования биоокисления золотосодержащих руд показали, что процесс имеет свои особенности при различии в минеральном и химическом составе руд.

Размножение тиобацилл и активность их физиологических процессов зависят от минерального состава руд, возможности сорбции на рудных частичках, содержания токсичных для тиобацилл веществ в выщелоченных растворах, наличия в пробах карбонатов, которые сдвигают кислую реакцию среды в щелочную сторону и ряда других факторов.

Для изучения механизмов биоокисления золотосодержащих сульфидных руд использовали адаптированный к рудам Сергеевского месторождения штамм *T. ferrooxidans* M-1, в качестве питательной среды – среду K₉ с содержанием двухвалентного железа 8 г/л и без него при соотношении твердой и жидкой фаз 1:10 и объемом посевного материала 30%. Контроль за процессом осуществляли по следующим параметрам: pH, Eh, содержание белка, содержание ионов двух- и трехвалентного железа в среде. Продолжительность эксперимента 14 суток, первый этап – семь суток. Через семь суток проводили смену питательной среды и отбор твердой фазы для анализа на содержание железа и серы, как показателей степени окисления сульфидов.

Степень окисления сульфидов рассчитывали по результатам химического анализа остатка руды. Данные изменения химического состава пробы Сергеевской руды при биоокислении в различных условиях приведены в таблице.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что процесс биоокисления сульфидов уже на первом этапе происходит достаточно активно и составляет в экспериментах от 11,3 % до 38,69 %. Различие полученных показателей определяется как стандартной ошибкой измерения, так и различием активности протекания физиологических процессов, в зависимости от присутствия или отсутствия ионов железа в среде.

На втором этапе степень биоокисления сульфидов более значительна и достигает 57,39 % - 72,17 %. В целом на 14-е сутки культивирования уровень биоокисления сульфидов составил в среднем 64,78 %, который по данным многочисленных исследований достаточен для дальнейшего эффективного извлечения золота, как при использовании цианирования, так и альтернативных растворителей.

Следует обратить внимание на показатели содержания общей и сульфатной серы. Содержание общей серы значительно возрастает против начального, особенно на первом этапе. Увеличение количества серы более значительно в случаях, когда биоокисление происходит в среде K_9 с содержанием сернокислого железа. Почти весь прирост общей серы связан с возрастанием сульфатной серы. Это поясняется образованием нерастворимых ярозитов, которые оседают на рудных частичках. Об этом также свидетельствует прирост железа в кекке. Биоокисление в отсутствие ионов железа в среде K_9 и соответственно меньшем его содержании в продуктивном растворе приводит к существенному меньшему образованию ярозитов.

Таблица
Изменение химического состава пробы Сергеевской руды при биоокислении штаммом *T. ferrooxidans* M-1

Условия протекания процесса биоокисления	Этап эксперимента	Содержание элементов, %						Степень биоокисления сульфидов по расчетным данным, %
		$S_{общая}$	$S_{сульфид}$	$S_{сульфат}$	$Fe_{общее}$	Fe (II)	Fe (III)	
Контроль, неокисленная руда	-	2,35	2,28	0,07	12,67	6,22	6,45	-
Среда K_9 , содержание двухвалентного железа 8 г/дм ³	I	5,62	1,41	4,21	13,78	4,85	8,93	38,69
	II	5,58	0,64	4,94	17,13	4,24	12,89	72,17
Среда K_9 без железа	I	4,48	2,03	2,45	17,52	5,55	11,97	11,73
	II	3,55	0,98	2,57	14,16	4,99	9,17	57,39

Вскрытие сульфидов подтверждается падением в образцах сульфидной серы и двухвалентного железа. Исходя из возможных механизмов протекания процесса биовыщелачивания можно сделать предположение, что оно происходит по двум возможными реакциям.

Первая - это прямое разрушение сульфидного минерала, которое происходит при использовании его в качестве энергетического субстрата микробными клетками *T. ferrooxidans*.

Вторая - это трансформация $Fe(II) \rightarrow Fe(III)$ при биоокислении $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ тиобациллами и дальнейшее растворение сульфидов в растворах $Fe_2(SO_4)_3$.

Из проведенных экспериментов следует, что при биоокислении в питательной среде K_9 без ионов двухвалентного железа возможен лишь первый механизм, а при биоокислении в питательной среде K_9 с содержанием ионов двухвалентного железа вероятно осуществляются оба механизма.

В целом проведенные эксперименты показали, что при обогащении руд Сергеевского месторождения может быть применена биотехнология окисления сульфидов. Использование выделенного и адаптированного к вышеупомянутым рудам штамма *T. ferrooxidans* M-1 позволяет за 10-14 суток достичь такого уровня разрушения сульфидов (60 %-70 %), который позволяет далее проводить растворение золота, ассоциированного с сульфидами.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С РАЗРАБОТКОЙ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М.С. Чалайдюк

Научный руководитель доцент А.В. Волостнов
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Использование углей в энергетических целях сопровождается рядом экологических проблем. Это не только геоэкологические проблемы, связанные с тем или иным способом разработки месторождений угля, когда происходит интенсивная трансформация первичных природных ландшафтов и почв, формирование отвалов, понижение уровня грунтовых вод, подтопление отдельных участков земной коры, выделение метана, подземные пожары и т. д. [5], но и проблемы поступления пыли и различных химических соединений в гидросферу, атмосферу, педосферу и биосферу по различным трофическим цепям [4]. Неслучайно многие исследователи считают уголь «самым грязным из всех видов ископаемого топлива» [2], а тепловую энергетику, функционирующую на угольном топливе, оценивают как основной источник химического загрязнения природной среды [3].

По своему характеру угольная теплоэнергетика является поликомпонентным загрязнителем, от которого в природную среду поступают химические соединения органического (полициклические ароматические углеводороды и др.) и неорганического (CO_2 , NO, SO_x , Hg, As, P, U, Cl и т.д.) типов и взвешенные частицы (пыль). Поступление поллютанов в окружающую среду при сжигании топлива является долговременным, а само их воздействие на биоту носит сочетанный характер с проявленным эффектом синергизма.

Имеются многочисленные расчеты количества поступления тех или иных соединений в окружающую среду от работы объектов угольной энергетики. Так, П. Ревель и др. указывают, что от тепловой станции мощностью 1000 МВт, сжигающей 4 – 5 млн. т угля в год может выбрасываться 200 – 250 тыс. тонн SO_2 . Приводятся также данные о том, что на долю ТЭС приходится около 25% всех выбросов, в том числе около 50% оксидов азота, 30 % летучих оксидов серы [6].

В число объектов хозяйственной деятельности, негативно воздействующих на окружающую среду (ОС) при освоении угольных месторождений, относятся скважины и шахтные стволы различного назначения,

подземные и открытые горные выработки, дренажные системы, породные отвалы и шламонакопители, пруды-накопители сточных шахтных и карьерных вод, обогатительные фабрики, водозаборы подземных вод. Особое место в этом перечне занимают закрытые и законсервированные угледобывающие предприятия, прекратившие производственную деятельность. Опыт ликвидации шахт свидетельствует о возникновении или усугублении на этом этапе таких негативных и опасных процессов, как подтопление территорий, газовыделения из подземного пространства, сдвижения земной поверхности и др. (рис.).

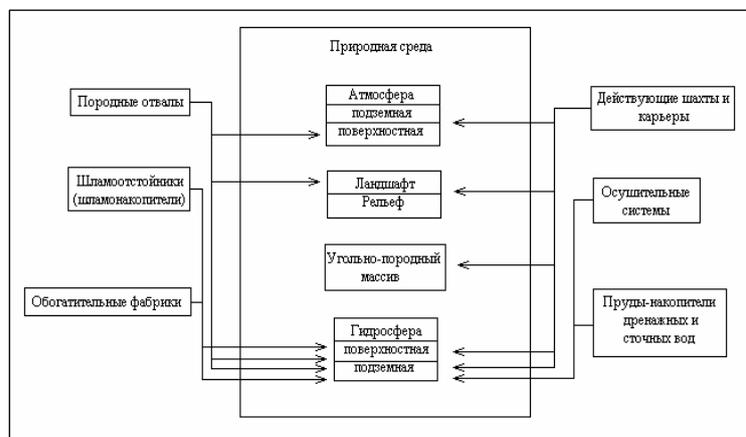


Рис. Схема влияния различных объектов на элементы природной среды

Негативные проявления хозяйственной деятельности различных объектов угледобывающих и сопутствующих предприятий при их эксплуатации на элементы природной среды следующие:

- действующие шахты и карьеры:

подземная и поверхностная гидросфера – полная выемка (ликвидация) водоносных пород на площади карьера; снижение уровней (напоров), полное или частичное осушение водоносных горизонтов, вовлекаемых в дренаж; нарушение режима поверхностного стока; развитие депрессии подземных вод вокруг шахты и карьера, ее расширение и углубление; нарушение режима питания и разгрузки подземных вод; формирование шахтных (карьерных) вод, отличающихся от подземных по химическому составу, физическим и агрессивным свойствам; загрязнение шахтными (карьерными) водами поверхностных и подземных вод; заболачивание, подтопление территории и отдельных участков вследствие оседания массива, образования провальных воронок над выработанным пространством;

ландшафт, рельеф – формирование оползневых явлений в бортах, откосах и отвалах карьеров; извлечение и перемещение огромных масс пород и угля с образованием подземных пустот, оседанием земной поверхности, образованием трещин и провалов на подработанной площади или выемок (котлованов) при открытой разработке и формированием породных отвалов;

подземная и поверхностная атмосфера – нарушения, связанные с газовыми процессами, - изменение давления и объемов газов в угольных пластах и вмещающих породах, происходящие под воздействием нарушения сплошности и дегазации массивов при ведении горных работ; наибольшие осложнения - внезапные выбросы угля и газа, воспламенения и взрывы газа; возможно поступление газа на дневную поверхность по газопроводящим каналам;

угольно-породный массив – самовозгорание угля, как в естественном залегании, так и в отвалах; нарушения естественно-напряженного состояния горного массива, приводящие к горным ударам, активизации тектонических нарушений и трещиноватости пород;

- породные отвалы:

подземная и поверхностная гидросфера – подъем уровня подземных вод вблизи отвалов; заболачивание территории из-за нарушения поверхностного стока; изменение химического состава и минерализации подземных вод инфильтрующимися дождевыми и тальными водами, стекающими с поверхности отвалов;

поверхностная атмосфера – загрязнение атмосферы токсичными газами и пылью, особенно усиливающееся при возгорании пород отвалов;

ландшафт – существенные техногенные нарушения и загрязнения рельефа территории горного отвода;

- осушительные системы:

подземная гидросфера – интенсивное снижение уровня подземных вод; полное или частичное осушение водоносных горизонтов; развитие депрессии подземных вод вокруг осушительной системы; изменение химического состава и повышение минерализации дренажных вод вследствие смешивания с водами более глубоких горизонтов;

- пруды-накопители дренажных и сточных вод:

подземная гидросфера – подъем уровня грунтовых и подземных вод, изменение (повышение) их минерализации и химического состава вследствие инфильтрации вод через подстилающие породы;

- обогатительные фабрики, шламоотстойники (шламонакопители):

подземная и поверхностная гидросфера – подъем уровня грунтовых вод вблизи обогатительных фабрик вследствие утечек воды из технологических систем; подъем уровня грунтовых вод у шламонакопителей

вследствие обезвоживания шламов; загрязнение подземных и поверхностных вод сточными водами фабрик и шламонакопителей [7].

Конец XX – начало XXI в. ознаменовались во всем мире, в том числе и в России, невиданным ранее по размаху подъемом общественного движения за чистоту окружающей среды. Это обусловило возрастание интереса к топливной энергетике как к одному из наиболее активных факторов воздействия на окружающую среду. Однако слабая информационная база, отсутствие систематических исследований микроэлементного состава угля в большинстве случаев не позволяет объективно оценить и спрогнозировать уровень потенциальной экологической опасности от использования того или иного топлива и от получаемых в топочном процессе продуктов горения. Вместе с тем минеральные или органические вещества, получаемые в процессе добычи, обогащения и сжигания угля, скапливающиеся в отвалах, выбрасываемые в атмосферу или в водоемы, нередко могут быть востребованы в качестве сырья для различных отраслей промышленности [1].

Литература

1. Арбузов С.И. Редкометалльный потенциал углей Минусинского бассейна / С.И. Арбузов, В.В. Ершов, Л.П. Рихванов и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2003. – 347 с.
2. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. Энергетические проблемы человечества. – М.: Мир, 1995. – 291 с.
3. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 638 с.
4. Санина Н.Б., Чернов А.Ю., Пройдакова О.А. Распределение и баланс токсичных металлов в природно-техногенных системах топливо-энергетических комплексов Прибайкалья // Геозкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2002. №2. – С. 145 – 155.
5. Справочник по охране геологической среды. В 2-х т. / Под ред. Г.В. Войткевича. – Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 1996. – Т. 1. – 445 с.
6. Титаева Н.А., Гаврилов В.И., Егоров С.С. и др. Исследование загрязнения окружающей среды микроэлементами в районе угольной электростанции. // Геохимия. – М., 1993. – №12. – С. 1757 – 1767.
7. Угольная база России. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ООО «Геоинформмарк», 2004. – Т. VI. – 779 с.

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В УГЛЯХ КАНСКО-АЧИНСКОГО БАСЕЙНА

М.С. Чалайдюк

Научный руководитель доцент А.В. Волостнов

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В период от зарождения геохимии редких элементов в углях (начало 1930-х годов) и до конца 1960-х исследователей интересовали главным образом ценные химические элементы-примеси, прежде всего германий и уран. Однако после того как были найдены иные сырьевые источники урана, а германий в полупроводниковой промышленности был потеснен более технологичным кремнием, в центре геохимии углей оказались экологические проблемы, связанные с добычей, обогащением и промышленным использованием углей (сжиганием, коксованием, газификацией и пр.). Эти проблемы порождены наличием в углях так называемых токсичных и потенциально токсичных элементов-примесей, таких как ртуть, мышьяк, селен и др. По этой причине усилия больших коллективов ученых во всем мире в наши дни сосредоточены на изучении геохимии именно этих находящихся в углях элементов, а усилия технологов – на снижении выбросов токсичных компонентов в окружающую среду.

Уже в конце XIX века в научной литературе стали появляться разнообразные данные о вредном влиянии сжигания угля на окружающую среду. Особую известность приобрела работа А. Байе и А. Слосса (1919 г.), в которой выяснялись причины заболевания скота в некоторых районах Англии и Бельгии. Оказалось, что вся растительность в окрестностях предприятий, сжигавших уголь, была заражена мышьяком. Был сделан важный вывод о том, что главным носителем As в углях является пирит.

В 1933 г. Дж. Данн и Х. Блоксэм собрали пыль с городских зданий Лидса (Англия) и нашли в ней As от 30 до 230 г/т [4, 3, 1]. В. Гольдшмидт повторил эту работу в Гамбурге, где атмосферная пыль содержала еще больше мышьяка от 70 до 130 г/т. В золе силезских каменных углей содержалось As₂O₅ 0,05 – 0,01 %, в золе малозольного угля из Ньюкасла в Англии – 0,8 % [5].

Канско-Ачинский угольный бассейн расположен на территории Красноярского края (80 %) и частично в пределах Кемеровской и Иркутской областей, имеет протяженность в широтном направлении 800 км от р. Золотой Китат на западе до р. Бирюсы на востоке. Площадь развития континентальных отложений составляет около 60 тыс. км². Канско-Ачинский бассейн является крупнейшим в России по добыче энергетических углей, занимает второе место, уступает лишь Кузбассу. Он содержит 38 % разведанных запасов РФ пригодных для открытой отработки, и является уникальной минерально-сырьевой базой развития угольной, энергетической и химической отраслей.

В геологическом отношении Канско-Ачинский бассейн представляет собой систему мезозойских прогибов платформенного типа, сформировавшихся в зоне сопряжения горных сооружений Алтае-Саянской складчатой области и Восточного Саяна с краевыми частями Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты. Енисейским краем бассейн разделяется на две части - западную (Ачинская) и восточную (Канская).

Угленосными являются юрские и, на отдельных площадях, верхнепалеозойские отложения. Угленосную формацию разделяют на четыре свиты: переясловскую (на западе бассейна ей соответствует макаровская) - раннеюрского возраста, иланскую (тоар), камалинскую (на западе бассейна ей соответствует нижнеитатская) и бородинскую (верхнеитатская) - среднеюрского возраста.

В целом по бассейну промышленная угленосность связана с юрскими отложениями, в которых установлено от 10 до 45 угольных пластов, из них с рабочей мощностью от 2 до 17 м. Суммарная мощность рабочих пластов в полном разрезе продуктивной толщи изменяется от 10 до 100 м при максимальной мощности пласта простого строения 93 м. Угли месторождений в основном бурые, по марочному составу соответствуют маркам Б₂-Б₃. Иногда (Саяно-Партизанское месторождение) угли каменные марки Г. Угли малосернистые и малозольные [2].

Общая методика изучения токсичных элементов в углях бассейна определяется необходимостью получения наиболее полной информации по отдельным угольным пластам, угленосным свитам, угольным месторождениям и по бассейну в целом. В основу исследований положены методические рекомендации, изложенные в "Инструкции по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев", а также Инструкции ГКЗ и других инструктивных материалах и документах.

Опробование углей и углевмещающих пород выполнялось в горных выработках и по керну скважин, дифференцированно, с учетом особенностей их строения по всей мощности и осуществлялось по сечениям вкрест простирания угольного пласта, по направлению от кровли к почве. При опробовании угольных пластов избирательно опробовались кровля и почва пласта, прослой неугольных пород, прикровельные и припочвенные части угольных пластов. Пробы углей отбирались в зависимости от мощности пласта методом сплошной борозды. Изменчивость содержания по латерали оценивалась на основании сети разрезов по пласту.

Отличительной особенностью данных исследований является прямое определение содержания химических элементов в исходных угольных пробах современными аналитическими методами.

В основу комплекса аналитических исследований положен инструментальный нейтронно-активационный анализ на 27 элементов (ИНАА), эмиссионный спектральный полуколичественный анализ на 53 элемента (ЭСПА), анализ методом индуктивно-связанной плазмы (ICP) на 19 элементов (Cl, F, Be, V, Mn), анализ атомно-абсорбционным методом [1].

Анализ средних содержаний токсичных элементов-примесей в углях Канско-Ачинского бассейна показывает, что полученные в ходе аналитических исследований данные существенно ниже значений ПДК, за исключением технологически вредного Cl, содержание которого превышает ПДК в Козульском (6165 г/т) и очень близко к ПДК в Степановском (5950 г/т) месторождениях. Также наблюдаются повышенные концентрации хлора в Троицком, Суховском и Переясловском месторождениях.

Наблюдаются отдельно встречающиеся в угольных пластах различных месторождений повышенные концентрации F, V, Ni, Co, но не превышающие ПДК.

Зафиксированы отдельные случаи значительного превышения ПДК Cl, V, Cr, Mn, Co, Ni и Zn в единичных пробах отдельных месторождений. Аномально высокое содержание хрома 3315 г/т обнаружено в единичной пробе Латынцевского месторождения. Наибольшая концентрация кобальта 322 г/т зафиксирована в маломощном пласте Березовского месторождения. Максимальное содержание никеля 300 г/т обнаружено в Переясловском месторождении. Аномально высокое содержание хлора 11900 г/т обнаружено в единичной пробе Степановского месторождения.

Исследования показали, что угли Канско-Ачинского бассейна в целом не содержат концентраций токсичных элементов, превышающих ПДК. Встречаются лишь единичные пробы, в которых содержание отдельных токсичных элементов превышает ПДК.

В целом концентрации токсичных элементов в канско-ачинских углях значительно ниже, чем в углях других бассейнов страны, и не достигают потенциально опасных значений. Некоторые специалисты-теплоэнергетики считают, что «...самым экологически чистым твердым топливом бывшего СССР являются канско-ачинские бурые угли ...» [3].

Таким образом, угли исследованных месторождений Канско-Ачинского угольного бассейна не являются экологически опасными. По этому параметру они являются одними из наиболее чистых углей в России.

Литература

1. Арбузов С.И. Редкометалльный потенциал углей Минусинского бассейна / С.И. Арбузов, В.В. Ершов, Л.П. Рихванов, Т.Ю. Усова, В.В. Кяргин, А.А. Булатов, Н.Е. Дубовик. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2003. – 347 с.
2. Гаврилин К.В. Канско-Ачинский угольный бассейн / Под ред. В.Ф. Череповского К.В. Гаврилин, А.Ю. Озерский. – М: Недра, 1996. – 272 с.
3. Кизильштейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. – 296 с.
4. Угольная база России. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ООО «Геоинформмарк», 2004. – Т. VI – 779 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005.

ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ ПРОКОПЬЕВСКЕ

И.Н. Червяков

Научный руководитель преподаватель В.Е. Коноплева

Дворец творчества юных имени Юрия Гагарина, г. Прокопьевск, Россия

Проблема загрязнения атмосферного воздуха в г. Прокопьевске продолжает оставаться в числе приоритетных экологических проблем, связанных с риском для здоровья населения. Анализ состояния загрязнения атмосферного воздуха по городу показал, что процент проб выше ПДК, несмотря на некоторое снижение, держится высоким. Основной вклад в выбросы от стационарных объектов вносят предприятия топливной промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, автотранспорт.

В г. Прокопьевске сложилась критическая экологическая ситуация. На территории города находилось в 2001 году 138 котельных, 50 из которых встроены в жилые дома и объекты социальной сферы. В качестве энергоносителя повсеместно используется уголь. Многие котельные оборудованы в 50-х годах, котлами устаревших конструкций с ручными топками. Все мелкие котельные производят выбросы в атмосферу без очистки. Ежегодный суммарный выброс вредных веществ котельными города составляет 21,6 тысяч тонн.

В 2001 году в городе ликвидировано 5 мелких котельных, в 2002 году - 3. Все объекты переведены на свободные мощности других более крупных котельных. С ликвидацией только 3-х котельных произошло снижение выбросов в атмосферу: твёрдых веществ на 92 тонны в год, оксида серы на 420 тонн в год, оксида углерода на 10 тонн в год, оксида азота на 3 тонны в год.

За период с 2000 г. по 2002 г. уменьшилось количество источников загрязнения. При выполнении ряда работ по реконструкции оборудования котельных, а так же более эффективного подхода к сжиганию угля сократились выбросы твёрдых и газообразных веществ в атмосферу. Валовой выброс по городу снизился с 52.852992т/г до 29.249 т/г. Мощность выбросов на 1 жителя г. Прокопьевска составляла: в 2000г.- 231,4 кг/год, в том числе твёрдых веществ 34,41 кг/год, газообразных- 196,99 кг/год; в 2001г.- 0,128 кг/год, в том числе твёрдых- 3,38 кг/год, газообразных- 6,94 кг/г.

Значительную долю в загрязнение воздуха, по-прежнему вносит автотранспорт. Уровень загрязнения на автомагистралях остаётся высоким, хотя наблюдается снижение удельного веса проб выше ПДК. По результатам исследования выбросов вредных веществ в атмосферу на автомагистралях г. Прокопьевска от автотранспорта за период 2000-2002гг. определяется уменьшение процента проб выше ПДК по таким ингредиентам: свинец, сажа; увеличение процента проб выше ПДК по следующим показателям: диоксид азота, окись углерода, формальдегид [2].

В ходе ведомственного контроля за состоянием атмосферного воздуха ежегодно проводятся лабораторные исследования в санитарно-защитных зонах предприятий и на магистралях города. Определяется превышение максимально-разовой предельно-допустимой концентрации (м. р. ПДК) в санитарно-защитной зоне ОАО «Ш. Коксовая»:

- сажа в 87,5% проб, пыль и двуокись азота в 75 % проб, окись углерода в 37,5 % проб - котельные №№ 5,66;

- сажа в 100 % проб, двуокись азота в 50 % проб, пыль в 25 % проб; на автомагистрали перекрёстка ул. Ноградская - ул. Шишкина;

- свинец, двуокись азота и сажа в 100 % проб; на автомагистрали перекрёстка ул. Обручева - пр. Строителей;

- сажа в 44 % проб, двуокись азота в 62 % проб, окись углерода в 19 % проб;

- сажа в 50 % проб.

Катастрофическая обстановка в городе Прокопьевске пагубно влияет на здоровье горожан. Город Прокопьевск – шахтовый город, оттого и насыщенность атмосферного воздуха сажей и другими неблагоприятными для человека веществами. Автор изучил сведения по онкологическим заболеваниям и их росту в черте города, на появление которых по мнению автора не последнее значение оказывает загрязнение атмосферного воздуха и общая доза радиации, превышающая в нашем городе норму (таблица, рисунок) [4].

Таблица

Среднегодовая эффективная доза облучения населения от всех источников в 2002 году (мЗв)

	Доза на 1 жителя г. Прокопьевска	Среднемировая доза на 1 человека
Природные источники	2,89	2,4
Медицинское облучение	1,878	0,4
Итого	4,768	2,8



Рис. Сравнительная характеристика онкологической заболеваемости по основным крупным городам Кемеровской области за 2003 год

Высокую заболеваемость в г. Прокопьевске по сравнению с другими крупными городами Кемеровской области предположительно можно объяснить наиболее неблагоприятной экологической обстановкой, связанной с влиянием многих факторов риска на человека, в том числе и загрязненность атмосферной среды. Можно сделать следующий вывод, нужно снизить объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и чем быстрее, тем лучше для жизни и здоровья горожан. Этого добиться можно, если на всех предприятиях установить современное оборудование, уменьшающее объем выбросов в атмосферу.

Литература

1. Мазур И.И. и др. Курс инженерной геологии. – М.: Высшая школа. – 152 с.
2. Мансурова С.Е. и др. Следим за окружающей средой. Школьный практикум. – М.: ГИЦ Владос, 2001. – 110с.
3. Рихванов Л.П. и др. Методическое руководство по оценке загрязнения объектов в окружающей природной среде химическими веществами и методом их контроля. – Томск, 1997. – 95с.
4. Территориальная комплексная программа охраны окружающей среды Кемеровской области до 2005 года. – Кемерово, 1993. – Т. 1 – 197 с.
5. Энциклопедический словарь - справочник. Окружающая среда. – М.: Прогресс, 1993. – 647 с.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ СРЕД (НА ПРИМЕРЕ Г. КИСЕЛЕВСКА)

А.Г. Чичиндаева

Научные руководители профессор Е.Г. Языков, аспирант А.В. Таловская
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ежегодно в Кузбассе добывается 150 млн. тонн угля, из них 20 млн. в г. Киселевске. Угольные предприятия являются основным источником загрязнения окружающей среды и приводят к деградации природных ландшафтов. В настоящее время в городе Киселевске возникли новые экологические проблемы, связанные не только с закрытием старых, но и с быстрым освоением вновь возникающих угольных предприятий.

Проблема загрязнения поверхностных вод – одна из составляющих проблем окружающей среды. К сожалению, изучению речных систем нашего города уделяется недостаточное внимание. А влияние на них деятельности человека практически нигде не рассматривается. Поэтому актуальной проблемой на сегодняшний день является оценка и прогноз состояния рек с использованием методов биоиндикации.

Целью нашей исследовательской работы проведенной летом 2005 года, явилось изучение экологической обстановки Малой реки Абы в центральной части г. Киселевска. В этом районе проводятся открытые горнодобывающие работы.

Протекая по территории интенсивной хозяйственной деятельности города, река сильно загрязнена минеральными и органическими веществами во взвешенном и растворенном состоянии, поступающими с шахтовыми водами, промышленными и городскими стоками. Берега захламливаются твердыми бытовыми отходами и превращены в шлаковые свалки. Большое количество твердых взвесей, поступающих в реку с поверхностными стоками, отлагаются в русле, поэтому мощность углистых донных отложений достигает в низовьях реки 1,5 -2 м.

Исследования реки Абы проводилось методом биоиндикации с использованием тест-объекта. Метод биоиндикации использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности, и применим для водоемов любых типов. Эта шестиклассная система принята в зарубежных странах и положена в основу ГОСТ 17.13.04-77 и ГОСТ 17.13.07.82, а также Инструктивных документов служб Роскомгидромета и Госсанэпиднадзора России.

Пробы воды отбирались в двух точках: выше по течению города и ниже по течению города, с целью анализа нагрузки и количества сбрасываемых отходов. Кроме того, пробы были проанализированы лабораторией «Центра гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области» в г. Киселевске на содержание нефтепродуктов, нитратов, сульфатов, хлоридов, биологическое поглощение кислорода и химическое поглощение кислорода. Нами было определено, что количество взвешенных веществ превышает ПДК до 5 раз. Количество взвешенных частиц (1), сульфатов (2) и нитратов (3) в реке отражены на диаграммах (рис. 1.). Анализируя данные, видим, что количество загрязняющих веществ в пробах отобранных ниже города больше. Это является результатом сброса большого количества шахтовых вод в реку, которые являются основным источником загрязняющих ионов.

Проанализировав химический состав воды в исследуемых реках и проведенную нами биоиндикацию ее качества по индексу загрязненности с учетом видового состава макрозообентоса мы установили, что река Аба показала чрезвычайную бедность макрозообентоса. Из-за ее чрезвычайно высокого загрязнения возникли экстремальные условия для жизни большинства беспозвоночных.

В результате проведенных исследований на качество воды в реке Аба и ее правом притоке – реке Талде, протекающих в пределах шахтового поля угледобывающего предприятия ООО «Участок Коксовый» установлено, что по составу макрозообентоса и гидрохимическому состоянию, эти реки имеют индекс загрязнения воды №5, теряют естественную способность к самоочищению и непрерывно деградируют.

Для изучения атмосферного воздуха г. Киселевска автором проводился отбор снега в январе 2007 года. Всего было отобрано четыре пробы: северо-запад, северо-восток, юго-запад, юго-восток. По опыту работы в Сибирском регионе было показано, что снег может служить индикатором атмосферного загрязнения пылеаэрозольными выпадениями [2, 3]. Характер загрязнения атмосферы города был исследован по качественному и количественному составу твердого осадка снегового покрова. Кроме того, было проведено фракционирование твердого остатка и изучение каждой фракции в отдельности.

Исследования вещественного состава проб с использованием стереоскопического бинокулярного микроскопа. Объектом исследования являлся твердый осадок снега. Кроме того, производилось разделение

осадка по фракциям: $d > 1$, $0,5 < d < 1$, $0,25 < d < 0,5$, 1 мм. Исследование минерально-вещественного состава осадка снега проводилось с помощью стереоскопически-бинокулярного микроскопа. Масса твердого осадка снега являлась основой для расчета пылевой нагрузки территории.

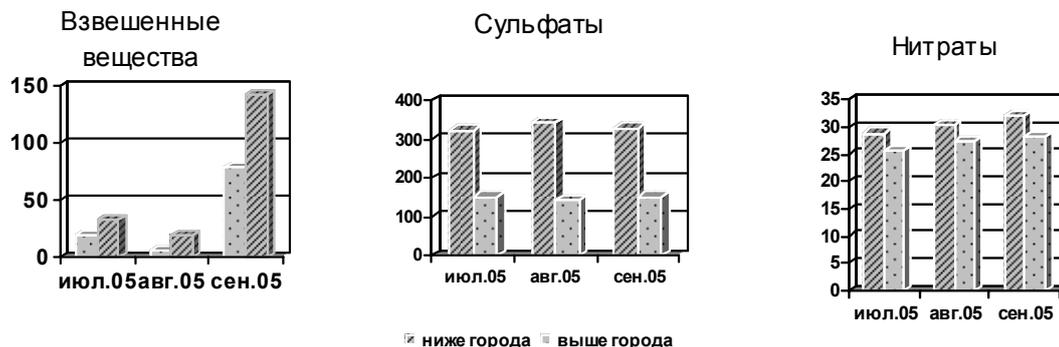


Рис. 1. Содержание загрязняющих ионов в водах реки Аба

По результатам исследования пылевая нагрузка в северо-восточной пробе (150 м) составила $53 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут}$; в северо-западной (250 м) $13 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут}$; в юго-восточной $5 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут}$; в юго-западной $4 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут}$. В среднем величина пылевой нагрузки составила $18 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут}$. Наибольшая нагрузка приходится на территорию с радиусом распространения 150 м. В целом величина пылевой нагрузки соответствует низкому уровню загрязнения, в соответствие с градацией [1]. Но при сравнении с данными фона ($6 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут}$) [2], превышения доходят до 5 раз.

Характеризуя вещественный состав проб, можно выделить семь видов частиц. Природные частицы представлены кварцем, полевым шпатом. Техногенная составляющая представлена угольной пылью, сажой, шлаком. Также стоит отметить преобладание техногенных частиц во все фракциях. Наибольшее количество техногенных частиц наблюдается в северо-восточной пробе на расстоянии 150 м от места выработки. Процентное соотношение фракций между собой отражены на диаграмме (рис. 2).

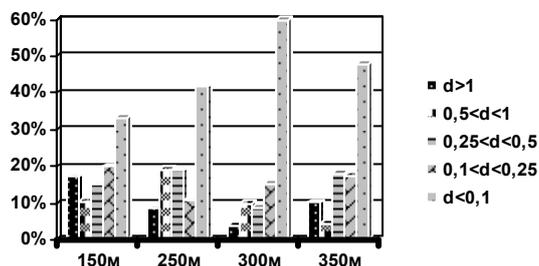


Рис. 2. Процентное соотношение фракций между собой

происхождения.

- Был разработан комплекс мероприятий по улучшению экологической обстановки города:
- строительство современных очистных сооружений на угольных предприятиях города;
- проведение расчистки русла от бытового и технического мусора.
- проведение эколого-ознакомительных программ с населением.
- законодательная защита малых рек города на городском и областном уровнях.
- увеличение количества растительных насаждений на территории города.

Учитывая высокие перспективы угледобычи, изменение экономических условий хозяйствования, возрастающие требования к экологической безопасности, многообразие геохимических проблем освоения угольных месторождений, разработка экологических программ по решению данных проблем, должна осуществляться на базе региональной концепции комплексного освоения и глубокой переработки углей. Реализация этой концепции станет одним из факторов перехода региона к устойчивому развитию во всех сферах его жизни.

Литература

1. Геохимия окружающей среды / Под ред. Саета Ю.Е., Ревича Б.А., Янина Е.Н. и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
2. Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2001. – 22 с.

3. Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П., Дубинчук В.Т., Шатилов А.Ю. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снегового покрова Томской агропромышленной агломерации // Записки ВМО, 2004. – № 5. – С. 69 – 78.

ПОДВИЖНОСТЬ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОСТРОВОВ РЕКИ ЕНИСЕЙ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КРАСНОЯРСКОГО ГОРНО-ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

А.В. Чугуевский¹, М.Ю. Кропачева²

Научные руководители доцент М.С. Мельгунов², доцент Ф.В. Сухоруков²

¹Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

²Институт геологии и минералогии Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск, Россия

В результате деятельности Красноярского горно-химического комбината (ГХК) пойма реки Енисей подверглась значительному загрязнению техногенными радионуклидами (ТРН). В работах [1,2,3,4] приводятся данные по содержанию радионуклидов в воде, донных отложениях, почвах и растениях. Аллювиальные отложения содержат высокие концентрации ¹⁵²Eu, ¹⁵⁴Eu, ¹⁵⁵Eu, ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co, ²⁴¹Am, ⁹⁰Sr и изотопов плутония. Кроме того, в водных растениях фиксируются такие короткоживущие радионуклиды как ⁴⁶Sc, ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn, ⁵⁸Co, ⁶⁵Zn, что свидетельствует о продолжающемся сбросе ТРН в экосистему реки Енисей.

Целью данной работы является выявление возможных механизмов и путей миграции ТРН из аллювиальных отложений островов реки Енисей ближней зоны влияния ГХК. Для этого необходимо решить следующие задачи: 1) определить основные формы нахождения ТРН в почвах и донных отложениях; 2) оценить возможную роль растительности в переносе ТРН.

С целью определения форм нахождения ТРН в донных отложениях был проведен эксперимент по фракционному разделению. Схема его проведения представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема проведения фракционного разделения ТРН

№	Реагент	Условия	Фракция
1	CH ₃ COONH ₄ (1 моль/л) рН=7	24 ч, перемешивание	Обменная
2	CH ₃ COONH ₄ (1 моль/л) + HNO ₃ (1 моль/л)	на ночь (8–10 ч), перемешивание	Карбонаты
3	NH ₂ OH – HCl (0,2 моль/л) в CH ₃ COOH (25 %)	3 ч, перемешивание	Оксиды и гидроксиды Fe и Mn
4	H ₂ O ₂ (35%) + HNO ₃ (1 моль/л) до 0.05 моль/л	3 ч, перемешивание 85°С	Органика
5	1) NaOH (0,2 моль/л) 2) HNO ₃ (0,5 моль/л)	40 мин перемешивание 85°С	Аморфные силикаты

В таблице 2 приведены результаты фракционного разделения 7 проб донного осадка, отобранного на коте Атамановской, расположенной в 6 км ниже сброса ГХК. Указано среднее процентное распределение ТРН по фракциям (в скобках даны минимальное и максимальное значения).

Таблица 2

Результаты эксперимента по фракционному разделению ТРН

Фракция	Eu-152	Cs-137	Co-60
Обменная	9 (4,8-20,2)	20,3 (14-21)	5,2 (21,1-1)
Карбонатная	7,3 (3,2-11,7)	6,9 (3,5-7,6)	9,6 (0,4-16,2)
Оксиды и гидроксиды Fe и Mn	20,6 (13,1-41,8)	0,8	14,8 (3,9-25,1)
Органика	51,2 (26,9-78,6)	11,5 (3,2-20,7)	16,9 (1,5-35,5)
Аморфные силикаты	17,9 (11,1-31,9)	10 (3,6-17)	9,3 (1,2-20,1)
Остаток	3,7 (2,1-5,4)	56,1 (28,5-75)	50,8 (10,1-95)

¹⁵²Eu содержится в основном в органике, оксидах и гидроксидах Fe и Mn и в меньшей степени в аморфных силикатах, для ⁶⁰Co наблюдается более равномерное распределение между указанными компонентами. Для ¹³⁷Cs важными являются обменная форма, органика и аморфные силикаты, в меньшей степени карбонаты. Значительная часть ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co остается в сухом остатке. В природной среде при обычных условиях подвижной является обменная фракция. Таким образом, возможно вторичное перераспределение, в среднем, 9 % ¹⁵²Eu, 20,3 % ¹³⁷Cs и 5,2 % ⁶⁰Co. Перераспределение радионуклидов приуроченных к остальным фракциям поглощающего комплекса донных происходит, преимущественно, при механическом переносе вещества.

Теперь оценим возможный вклад растительности в миграцию ТРН. Ранее было установлено, что при стабильном состоянии окружающей среды, происходит избирательное накопление ^{137}Cs осокой [5]. При нарушении нормального цикла развития растения и его отмирании происходит вынос накопленного ^{137}Cs из их структуры.

С целью оценки степени вклада данного процесса в повторную мобилизацию ^{137}Cs был проведен лабораторный эксперимент, в ходе которого две неозоленные навески пробы осоки, отобранной на косе Атамановской (стебли и листья) были на четверо суток помещены в дистиллированную воду. По окончании эксперимента вода сливалась, а сами растения озолялись. Полученные растворы фильтровались, упаривались и анализировались на содержание ^{137}Cs . Концентрации ^{137}Cs определялись также в высушенных фильтрах и золе растений. Результаты измерений приведены в таблице 3.

Таблица 3
Результаты лабораторного эксперимента по переходу ^{137}Cs из растений в водный раствор

Проба	^{137}Cs , %		
	Фильтры	Остаток	Раствор
Стебли	5,2	19,7	75,2
Листья	16,7	15,6	67,8

Таким образом, в водный раствор переходит – из стеблей – 75,4 %, из молодых листьев – 77,4 % ^{137}Cs . Для оценки скорости перехода ^{137}Cs в водный раствор четыре пробы стеблей осоки были помещены на 1, 2, 3 и 4 суток в дистиллированную воду. Расчеты показали, что в раствор переходит 7,1, 16,4, 24,1, 48,1 % ^{137}Cs соответственно.

Полученные данные подтверждают возможность повторного вовлечения ^{137}Cs в миграционные процессы из аллювиальных почв за счет жизнедеятельности растений на загрязненных территориях. Возможно, именно этим отчасти обусловлена одна из основных особенностей распределения техногенных радионуклидов, как в целом для всего района влияния ГХК, так и для ближней его зоны, которая заключается в увеличении вклада ^{137}Cs в общий уровень загрязнения по мере удаления от комбината. В то время как изотопы европия и ^{60}Co сравнительно прочно фиксируются в аллювиальных отложениях и слабо переходят в растительный материал, ^{137}Cs подвергается постоянному перераспределению.

Работа выполнена при финансовой поддержке Лаврентьевского гранта СО РАН № 122.

Литература

1. Кузнецов Ю.В., Ревенко Ю.А., Легин В.К. и др. К оценке вклада реки Енисей в общую радиоактивную загрязненность Карского моря // Радиохимия. – М., 1994. – Т. 36. – № 6. – С. 546 – 559.
2. Носов А.В., Ашанин М.В., Иванов А.Б. и др. Радиоактивное загрязнение р. Енисей, обусловленное сбросами Красноярского горно-химического комбината // Атомная энергия. – М., 1993. – Т. 74. – № 2. – С. 144 – 150.
3. Носов А.В. Исследование механизмов миграции радиоактивных веществ в пойме Енисея // Метеорология и гидрология, 1997, №12. – С. 84 – 91.
4. Сухоруков Ф.В., Дегерменджи А.Г., Белолипецкий В.М. и др. Закономерности распределения и миграции радионуклидов в долине реки Енисей. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. – 286 с.
5. Чугуевский А.В., Мельгунов М.С., Сухоруков Ф.В., Кропачева М.Ю. Миграция техногенных радионуклидов в аллювиальных отложениях и растительности островов реки Енисей (ближняя зона влияния Красноярского ГХК). Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Семипалатинск, 2006. – Т. 1. – С. 470 – 475.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЗОЛЕ ЛИШАЙНИКОВ (EVERNIA MESOMORPHA) ТОМСКОГО РАЙОНА

С.С. Шатилова

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В России, как и во всем остальном мире, процесс антропогенной трансформации продолжает приобретать огромный размах. В окружающую среду ежегодно попадает сотни миллионов тонн загрязняющих веществ [8].

Важнейшим аспектом решения задач охраны окружающей среды в связи с этим является контроль качества атмосферного воздуха, который принадлежит к числу основных жизненно важных компонентов живой природы. Чистота воздушного бассейна – это существенный фактор сохранения экологического баланса и здоровья населения.

Использование лишайников в качестве объектов наблюдения для индикации атмосферного загрязнения является одним из детально разработанных и многократно апробированных методов, о чем свидетельствует как отечественный, так и зарубежный опыт, накопленный с 70-х годов прошлого века [1 - 3, 5, 7 - 8].

В отличие от высших растений они не имеют корневой системы, и их питание зависит от поверхностной абсорбции. Они эффективно концентрируют загрязняющие вещества, которые содержатся в воздухе и атмосферных осадках, благодаря отсутствию непроницаемой кутикулы. Задерживаются загрязняющие вещества в лишайниках в основном в корпускулярной форме в межклеточном материале внутриклеточного пространства [7], вызывая при этом изменение видовой разнообразия и обилия лишайников.

Таблица

Статистические параметры распределения микроэлементов (мг/кг) в золе лишайника Томского района Томской области

Элемент	n	X _{ср}	min	max	S	σ	V
Ca, %	19	8,5	2,1	15,1	3,68	0,84	43,4
Na, %	19	0,67	0,28	1,0	0,20	0,04	30,4
Fe, %	19	2,03	1,1	3,6	0,65	0,15	32,2
Редкие металлы							
Rb	19	78,42	49,0	124,0	21,38	4,90	27,3
Cs	19	2,45	1,2	4,4	0,92	0,21	37,6
Sr	19	307,89	50,0	1520,0	470,05	107,83	152,6
Hf	19	3,71	2,2	7,5	1,51	0,34	40,9
Ta	19	0,80	0,45	1,5	0,27	0,06	34,6
Редкоземельные элементы							
Sc	19	7,15	3,9	12,1	2,24	0,51	31,3
La	19	25,70	10,0	56,4	10,41	2,39	40,5
Ce	19	42,46	23,9	82,1	15,61	3,58	36,8
Sm	19	3,46	1,0	6,7	1,35	0,31	39,0
Eu	19	0,76	0,37	1,4	0,25	0,05	33,9
Tb	19	0,56	0,33	1,1	0,20	0,04	37,0
Yb	19	2,15	1,0	3,9	0,70	0,16	32,7
Lu	19	0,29	0,14	0,58	0,09	0,02	33,6
Благородные металлы							
Au	19	0,01	0,005	0,064	0,01	0,004	114,9
Ag	19	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-
Радиоактивные элементы							
Th	19	5,29	2,6	10,8	2,34	0,53	44,3
U	19	3,11	0,5	6,5	2,10	0,48	67,3
Тяжелые металлы, элементы II класса опасности							
Co	19	9,87	6,0	16,5	3,04	0,69	30,8
Cr	19	51,44	34,3	72,1	10,91	2,50	21,2
Sb	19	2,06	0,92	4,5	0,90	0,20	43,6
Тяжелые металлы, элементы III класса опасности							
Ba	19	586,31	220,0	1110,0	218,94	50,22	37,3
Br	19	23,62	0,5	56,6	15,05	3,45	63,7

Примечания: n – количество проб; X_{ср} – средне-арифметическое; min, max – минимальное и максимальное значения; S – стандартное отклонение; σ – стандартная ошибка; V – коэффициент вариации.

В рамках проведения комплексной оценки состояния окружающей среды на территории Томского района в 2000 году сотрудниками кафедры ГЭГХ ИГНД ТПУ был проведен отбор лишайников. Проведение подобных исследований продиктовано рядом обстоятельств. Во-первых, лишайники являются эдификаторами и доминантами во многих типах растительных сообществ, в том числе коренных и квазикоренных: кустарничково-мохово-лишайниковых тундр, сосняков лишайниковых и кустарничково-лишайниковых. Во-вторых, исследования лишайников как биоиндикаторов посвящено множество работ в сходных по природным условиям северных территориях [5, 7 - 10], что дает возможность для сравнительного анализа.

Отбор проб лишайника проводился в осенний период, до снега, с одного типа субстрата на высоте 1,5 - 2 м от поверхности земли. В качестве индикатора использовался лишайник рода *Evernia*, как наиболее распространенный на данной территории. Всего отобрано 19 проб. Отбор проб проводился в соответствии с методическими рекомендациями по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды [4]. Совершенствование измерительной аппаратуры, позволяющей определить концентрации веществ с высокой степенью точности, предъявляет особые требования к тщательности отбора проб в поле, их транспортировке, подготовке к анализам. Образцы перед анализом не отмывали.

Для количественного анализа на радиоактивные, редкоземельные, благородные и другие элементы (всего 25 элементов) в лишайниках использовался современный высокочувствительный ядерно-физический метод нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т НИИЯФ при ТПУ в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета. Применение нейтронного активационного анализа позволяет определить важные с экологической точки зрения элементы. Статистические параметры микроэлементного состава золы лишайников представлены в таблице.

Пространственный анализ содержания микроэлементов в золе лишайника показывает их неравномерное распределение по исследуемой территории. Повышенные (выше среднего) концентрации большинства микроэлементов наблюдаются в северном направлении от городов Томск и Северск, что соответствует главенствующей «розе ветров».

Как следует из рисунка, микроэлементы (кроме Са) образуют единую ассоциацию, что видимо связано с биологическими особенностями питания лишайников. На общем фоне, из целого геохимического спектра можно

выделить следующие ассоциации микроэлементов, наиболее тесно связанных друг с другом: La-Yb-Sm и Ce-Th-Sc-Fe-Hf-Co-Cr-Tb-Sb-Cs-Ba.

Источником поступления первой группы элементов, по-видимому, является Сибирский химический комбинат [6]. Источниками поступления второй группы элементов могут быть предприятия топливно-энергетического комплекса, основные из которых ГРЭС-2 г. Томска и ГРЭС г. Северска; нефтеперерабатывающий комбинат (Sb, Br) и промышленные объекты городов Томск и Северск (Sc, Hf, Ba, Co).

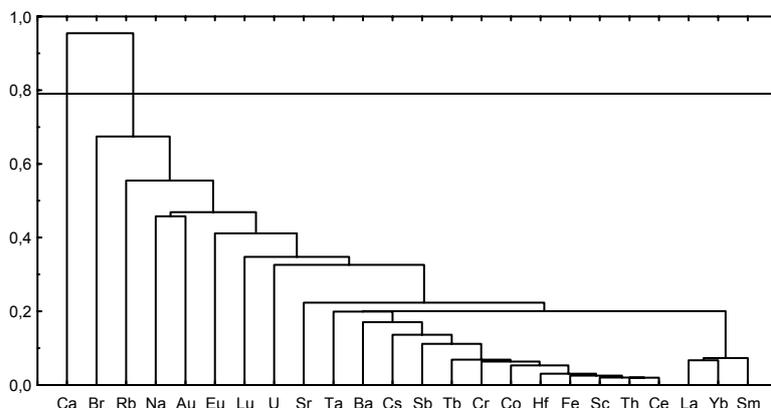


Рис. Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра золы лишайника Томского района Томской области

Литература

1. Бязров Л.Г., Куликов А.О., Линднер Г. Концентрация радионуклидов в слоевищах лишайников и коре сосны вблизи Чернобыльской АЭС через 6 лет после аварии // Радиобиол. съезд, Киев, 20—25 сент., 1993: Тез. докл. – Пушино, 1993. – Ч. 1. – С. 163.
2. Локинская М.А. Наиболее распространенные виды лишайников на северо-востоке СССР // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1970. – Вып. 1 (3). – С. 233 – 246.
3. Малышева Н.В. Об особенностях морфологического строения лишайников в городских условиях // В сб.: VII конференция по споровым растения Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата, 1984. – С. 344 – 345.
4. Методические рекомендации по геохимической оценке территорий городов, загрязненных химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
5. Нифонтова М.Г., Куликов Н.В., Таршиш Г.И. Радиоэкологическое изучение природных экосистем в зоне атомных электростанций // Экология. – М., 1988. – № 3. – С. 40 – 44.
6. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. – Томск, 2006. – 216 с.
7. Holopainen T.H. Types and distribution of ultrastructural symptoms in epiphytic lichens in several urban and industrial environments in Finland // Ann. Bot. Fennici, 1984. – V. 21, N 3. – Pp. 213 – 229.
8. Huebert D.B., l'Hirondelle S.J., Addison P.A. The effects of sulphur dioxide on net carbon dioxide assimilation in the lichen *Evernia mesomorpha* Nyl // New Phytol., 1985. – V. 100, N 4. – P. 643 – 651.
9. Kauppi M., Mikkonen A. Floristic versus single species analysis in the use of epiphytic lichens as indicator of air pollution in a boreal forest region, Northern Finland // Flora, 1980. – V. 169. – N 4. – Pp. 255 – 281.
10. Marti J. Sensitivity of lichen phycobionts to dissolved air pollutants // Can. J. Bot., 1983. – V. 61. – N 6. – Pp. 1647 – 1653.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ

Д.В. Швецова

Научные руководители профессор Е.Г. Язиков; ассистент Л.В. Жорняк
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В г. Томске находится достаточно много промышленных предприятий различного профиля. Вследствие этого почвогрунты города характеризуются повышенными концентрациями тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов [1, 3].

В настоящее время доказанным является факт поступления загрязняющих веществ в почву через атмосферные выпадения, из атмосферы они могут попадать и в человеческий организм. Суммарное поступление загрязняющих веществ в организм из окружающей среды отражает микроэлементный состав различных биосубстратов (моча, волосы, кровь, ногти).

В связи с комплексным неблагоприятным воздействием городской среды на здоровье населения интересным было изучить биологический материал с целью выявления связей между загрязнением почвогрунтов и особенностями накопления загрязняющих веществ в организме человека по изучению микроэлементного состава мочи.

Объектами исследований послужили пробы почвогрунта, отобранные весной-летом 2004 г. в районах расположения 16 промышленных предприятий города, и биологический материал (моча). Отбор мочи

осуществлялся у детей в возрастном интервале 3 – 14 лет медработниками в медицинских учреждениях. Пробы были отобраны в трех районах г. Томска: Кировском – 9 проб, Октябрьском – 5 проб, Советском – 3 пробы.

Проведенные сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Института геологии и нефтегазового дела Томского политехнического университета в 1990 г. исследования почвогрунтов г. Томска обнаружили взаимосвязь геохимической структуры районов города с детской заболеваемостью [3].

Моча является достаточно информативным биосубстратом и используется для оценки воздействия различных металлов и ряда органических веществ [2]. Однако исследования геохимических особенностей данного биосубстрата на территории г. Томска ранее не проводились.

Определение химического состава биосубстрата и проб почвогрунта проводилось инструментальным нейтронно-активационным анализом, выполненным в ядерно-геохимической лаборатории Томского политехнического университета на базе научно-исследовательского ядерного реактора (аналитик с.н.с. А.Ф.Судыко). Кроме того, для определения химического состава почвогрунтов использовался атомно-эмиссионный анализ с индуктивно-связанной плазмой (ICP) и локальный спектральный анализ с лазерным отбором пробы. Определение минерально-вещественного состава почвогрунтов проводилось при помощи бинокулярного микроскопа МБС-9 и рентгенофазового анализа на установке ДРОН-3М в лаборатории кафедры ГЭГХ ИГНД ТПУ (зав. лабораторией Г.А. Бабченко).

При изучении минерально-вещественного состава проб почв были выделены 38 типов частиц: 17 – природного и 21 – техногенного происхождения. Максимальный процент техногенной составляющей выявлен в почвогрунтах Шпалопропиточного завода – 65 % и НПО «Сибэлектромотор» - 55 %, представлена в основном частицами шлака, сажи, угля, ферромагнетитом, а минимальный – в почвогрунтах НПО «Вирион» - 16,5% (муллит).

Отдельные частицы различных фракций почвогрунтов были исследованы при помощи локального спектрального анализа с лазерным отбором пробы. При этом было выявлено, что в состав частиц немагнитной фракции входят Fe, Mn, Si, Ca, B, Zn, Ba, Mg, Al. Частицы магнитной и электромагнитной фракций содержат Fe, Mn, Ti, Mg, Al, Cu, Li.

В результате изучения минерального состава проб почвогрунтов при помощи рентгенофазового анализа были определены такие минералы, как кварц (SiO_2); каолинит ($\text{Al}_2[\text{OH}]_4\{\text{Si}_2\text{O}_5\}$); мусковит ($\text{KA}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$) и гидроокислы железа (Fe_2O_3 ; HFeO_2 ; $\text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Кроме того, в составе отдельных проб обнаружены гидробиотит ($\text{K}_{-1}(\text{Mg,Fe})_3[\text{OH}]_2\{\text{Al,Fe}\}\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), ортоклаз ($\text{K}\{\text{AlSi}_3\text{O}_8\}$), сирлезит ($\text{NaBSi}_2\text{O}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) и филадельфит ($\text{KMg}_3[\text{OH}]_2\{\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\}$).

По данным ICP с помощью геохимического кларка элементов в земной коре (по А.П. Виноградову, 1962) был рассчитан суммарный показатель загрязнения (Зспз) почвогрунтов города элементами 1, 2, 3 классов опасности и его значение составляет 112, что соответствует высокому уровню загрязнения и опасному уровню заболеваемости.

Для Кировского района $Z_{\text{спз}} = 207$ - очень высокий уровень загрязнения и чрезвычайно опасный уровень заболеваемости. Для Октябрьского ($Z_{\text{спз}} = 60$), Ленинского ($Z_{\text{спз}} = 85$) и Советского ($Z_{\text{спз}} = 77$) районов значение показателя соответствует высокому уровню загрязнения и опасному уровню заболеваемости. По результатам ИНАА, содержание редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в почвах г. Томска превышает фоновые значения (кроме Sr), превышения составляют от 1,2 раза по Eu до 6 раз по Tb (рис.) [1].

Районы г. Томска отличаются между собой различными концентрациями в почвогрунтах редких, редкоземельных и радиоактивных элементов. Советский район отличается немного повышенными содержаниями относительно средних значений по городу Cs, Hf, Ce, Th; Октябрьский район – Rb, Cs, Hf, Sc, Tb, La, Ce, Yb, Th; Ленинский район – Rb, Sr, в Кировском районе содержания изученных элементов находятся на уровне средних значений по городу (таблица) [1].

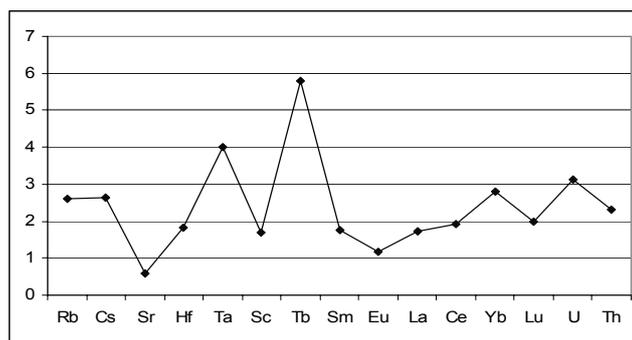


Рис. Нормированная к фону кривая содержания элементов в почвогрунтах г. Томска

В моче незначительные превышения над средними по городу содержаниями наблюдаются в Кировском районе по таким элементам, как Rb, Hf, Sm, Eu, La; в Октябрьском районе – Cs и Tb; в Советском районе – Sr, Hf, Tb, Sm, Eu, La. При сравнении содержания элементов в моче и почвогрунтах замечено, что для Октябрьского района характерно превышение над средним уровнем для обеих сред по Cs и Tb, а для Советского района – по Hf.

По результатам кластерного анализа, для почвогрунтов г. Томска выделяются следующие ассоциации и микроассоциации редких, редкоземельных и радиоактивных элементов со значимым коэффициентом корреляции: Sr-Cr; Co-Ba; Cs-U; Rb-Hf-Tb-Eu-Sc-Th-Ce; Yb-La-Lu-Sm [1]. Для биосубстрата выделяются такие ассоциации, как Fe-Sc-Ba; Tb-Co-Cr; Cs-Rb-Br-Na; Sr-Lu.

Для районов города по моче выделяются следующие ассоциации: по Кировскому району Rb-Cs-Br-Na; Sr-Sm; Fe-Co-Sc; по Октябрьскому району Rb-Fe-Co; Sb-La; Br-As; Hf-Na; Cs-Sr- Ca; по Советскому району Rb-Sr-Na; Fe-Au; Sc-Tb-Br-Sb; Cs-Sm-Ca.

Таблица

Среднее содержание элементов в моче и почвогрунтах г. Томска, мг/кг

Элемент	Кировский район		Октябрьский район		Советский район		г. Томск		Почвы мира (Н.Боуэн, 1966)	Фон для г. Томска по почвогрунтам
	Моча	Почва	Моча	Почва	Моча	Почва	Моча	Почва		
Редкие металлы										
Rb	25,11	78	21,60	88	18,33	81	22,88	83	100	32
Cs	0,11	3,6	0,12	4	0,08	4	0,11	3,7	6	1,4
Sr	18,00	86	20,20	127	36,33	104	21,88	137	300	216
Hf	0,05	6,4	0,048	7,3	0,05	7	0,049	6,7	6	3,7
Ta	0,05	0,8	0,05	0,9	0,05	0,6	0,05	0,8		0,2
Sc	0,03	11	0,029	13	0,02	12	0,03	12		7
Редкоземельные элементы										
Tb	0,04	0,97	0,052	1,13	0,067	1	0,048	1,04	0,7	0,18
Sm	1,56	5,4	0,82	7	1,78	6	1,38	6	4,5	3,4
Eu	0,01	1,3	0,0094	1,5	0,01	1,3	0,0098	1,4	1	1,2
La	0,124	25	0,104	28	0,123	26	0,118	26	40	15
Ce	0,5	55	0,5	61	0,5	60	0,5	58	50	30
Yb	0,05	2,6	0,05	3	0,05	2,5	0,05	2,8	3	1
Lu	0,01	0,4	0,01	0,4	0,01	0,4	0,01	0,4	0,4	0,2
U	0,5	2,6	0,5	2,2	0,5	2,7	0,5	2,5	1	0,8
Th	0,08	7,4	0,08	8	0,08	8	0,08	7,6	5	3,3

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- 1) почвогрунты г. Томска характеризуются неоднородным геохимическим составом;
- 2) практически во всех пробах почвогрунтов преобладает природная составляющая (кварц, карбонаты, частицы полевого шпата и др.). Максимальное содержание техногенных частиц наблюдается в пробах почвогрунта Шпалопропиточного завода (65 %) и НПО «Сибэлектромотор» (55 %) - частицы шлака, сажи, угля, ферромагнетит, а минимальное – в почвогрунтах НПО «Вирион»;
- 3) при сравнении содержаний элементов в моче и почвогрунтах для Октябрьского района характерно превышение над средним уровнем для обеих сред по Cs и Tb, а для Советского района – по Hf.

Литература

1. Жорняк Л.В., Язиков Е.Г. Распределение редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в почвенном покрове урбанизированных территорий // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Труды IV Международной научно-практической конференции. – Семипалатинск, 2006. – Т.1. – С 188 – 196.
2. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды // Гигиена и санитария. – М., 1990. – № 3 – С. 55 – 59.
3. Рихванов Л.П., Нарзулаев С.Б., Язиков Е.Г., Капилевич Л.В., Сарнаев С.И., Филиппов Г.П. Геохимия почв и здоровье детей Томска. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1993. – 142 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО–ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА

Г.А. Шевченко

Научный руководитель научный сотрудник Ю.В. Робертус
ГНУ РА «Алтайский региональный институт экологии», г. Горно-Алтайск, Россия

Телецкое озеро – уникальный природный объект Горного Алтая, являющийся хранителем 40 кубокилометров экологически чистой пресной воды, в 1998 г. включён ЮНЕСКО в список природных объектов мирового наследия. Половина его акватории и восточное побережье относится к территории Алтайского государственного природного заповедника – одного из старейших в Российской Федерации.

В последние годы в связи с бурным развитием туризма, сопровождающимся массовым строительством объектов туриндустрии, резким увеличением числа отдыхающих и маломерных судов, заметно возрос антропогенный прессинг на объекты окружающей среды, особенно в северной части озера. С 2004 г. в районе Телецкого озера Алтайским региональным институтом экологии ведется мониторинг окружающей среды.

Основным предметом изучения является экологическое состояние озёрной воды, в меньшей степени, воды его притоков, а также прибрежных почв и донных отложений.

Мониторинговыми работами установлено, что гидрохимические особенности озерной воды формируются, главным образом, под влиянием поверхностного водного стока, часть которого относится к антропогенно-трансформированному типу.

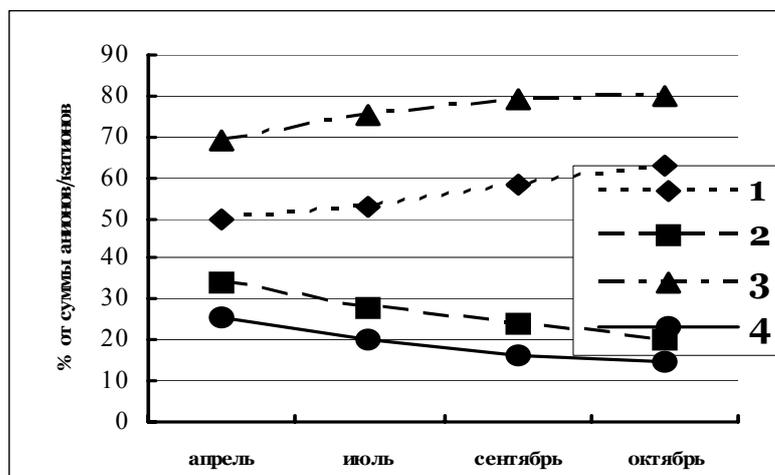


Рис. 1. Поведение гидрохимических параметров оз. Телецкое в 2004 г.
1 – ион кальция, 2 – ион натрия, 3 – гидрокарбонат-ион, 4 – сульфат-ион

По химическим особенностям вода Телецкого озера относится к категории чистых ультрапресных мягких вод с нейтральной реакцией среды. Ее экологическое состояние в целом удовлетворяет требованиям действующих санитарно-гигиенических нормативов (вода питьевая) а также нормам ОБУВ вредных веществ для вод рыбохозяйственных водоемов. Вода озера характеризуется также крайне низким содержанием микроэлементов, уровень присутствия которых на 1 - 3 порядка ниже, чем в загрязненных реках Горного Алтая. Характерной чертой химизма воды озера является сезонная динамика компонентов общего состава. В частности, в весенне-осенний период происходит увеличение содержания гидрокарбонат-иона и иона кальция, сопряженное с уменьшением присутствия иона натрия и сульфат-иона (рис. 1).

Анализ пространственного распределения гидрохимических и физико-химических показателей озерной воды позволил выявить две основные закономерности их поведения. Первая из них заключается в увеличении значений ряда параметров с юга на северо-запад – по длинной оси Телецкого озера (ион натрия, сульфат-ион, нитрат-ион, окисляемость и пр.). Противоположная тенденция характерна для гидрокарбонат-иона, иона кальция, железа, сухого остатка, взвешенных частиц и др. (рис. 2). Примечательно, что обе тенденции проявлены раздельно для субмеридиональной и для субширотной частей озера, что предположительно объясняется их различными гидрологическими условиями.

Максимальные концентрации большинства макрокомпонентов и микроэлементов, pH, общей минерализации и других параметров приурочены, в основном, к прибрежной зоне населенных пунктов Артыбаш и Иогач (северо-западный фланг озера), а также к интенсивно посещаемому и частично застроенному водопаду Корбу. Это указывает на антропогенез как фактор влияния на гидрохимические особенности озерной воды и источник дополнительного поступления в нее химических веществ, в том числе экотоксикантов.

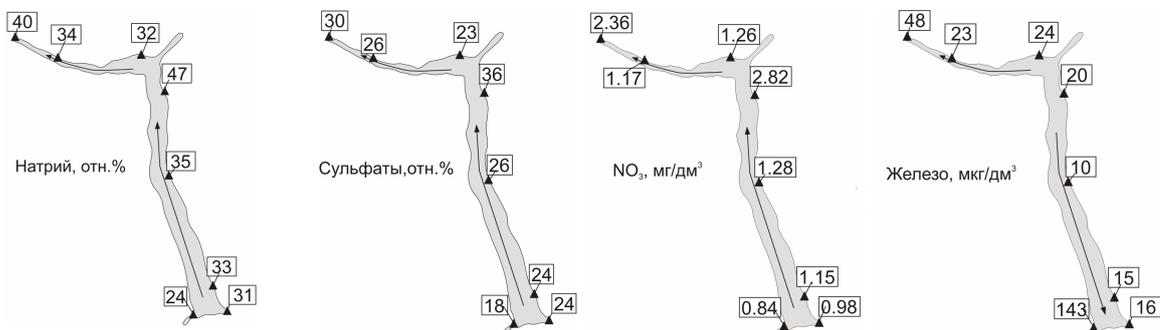


Рис. 2. Характер распределения показателей химического состава воды оз. Телецкое

Установлено, что дополнительно поступающие тяжелые металлы, особенно свинец, цинк, медь, имеют пониженные корреляционные связи с другими "природными" микроэлементами. В отличие от них, для

большинства микроэлементов присущи тесные связи между собой и с литогенными элементами – кремнием, алюминием и железом, что является природной гидрохимической особенностью озерной воды.

Установлено, что основными источниками антропогенного воздействия на экосистему Телецкого озера являются (в порядке убывания влияния): речной и автотракторный транспорт, объекты рекреационной инфраструктуры, селитебные зоны и личные подворья населения, объекты заготовки и переработки леса, последствия ракетно-космической деятельности. Наибольший вклад в загрязнение акватории озера нефтепродуктами вносят многочисленные суда – от речных теплоходов до моторных лодок (до 300 единиц).

Максимальные концентрации нефтепродуктов проявлены в субширотной части озера на отрезке пос. Артыбаш – устье р. Бол. Корбу, т. е. на участке наиболее интенсивного движения речных судов. Так, на протяжении летне-осеннего периода 2004 г. местоположение ореола нефтепродуктов в этой части озера практически не менялось, но их среднее содержание уменьшилось с 1,3 мг/дм³ (26 ПДК) в пиковом для туристов месяце июле до 0,6 мг/дм³ (12 ПДК) в сентябре и до 0,45 мг/дм³ (9 ПДК) в октябре 2004 г. (рис. 3).

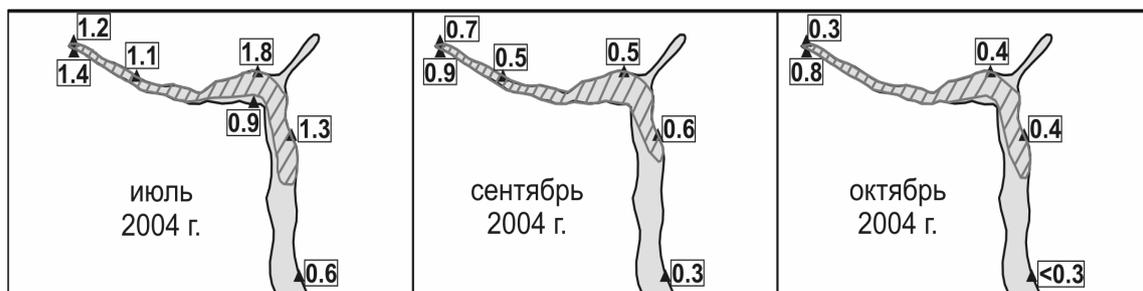


Рис. 3. Сезонная динамика содержания нефтепродуктов (мг/дм³) в воде северной части оз. Телецкое в 2004 г.

Ретроспективным анализом данных Росгидромета за 1985-2005 гг. выделено три крупных временных этапа гидрохимических показателей, отвечающих различным периодам хозяйственной деятельности в районе оз. Телецкое. Первый «советский» период (до 1991 г.) характеризовался наибольшей активностью этой деятельности и, как следствие, максимумом экологической нагрузки на экосистему озера. Упадок этой деятельности в 90-е годы частично оздоровил экологическую ситуацию, но следующий постсоветский период ее активизации привел к усилению загрязнения озерной воды (таблица).

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. В солевом составе воды оз. Телецкое ведущая роль принадлежит гидрокарбонату кальция и сульфату натрия.
2. Пространственно-временное распределение и динамика физико-химических параметров и показателей химического состава озерной воды обусловлены как естественными процессами, так и антропогенной деятельностью.
3. Загрязнение воды нефтепродуктами и соединениями минерального азота имеет сезонную динамику и напрямую зависит от интенсивности и «географии» рекреационной деятельности.

Таблица

Максимальные концентрации загрязняющих веществ (мг/дм³) в воде оз. Телецкое в 1985-2005 гг.

Год	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Нефтепр-ты	Фенолы	ДДТ	ДДЕ	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ
1985	0,63	0,092	0,31	1,46	0,027	0,03	0,01	0,050	0,040
1990	0,58	0,090	0,80	1,71	0,007	< 0,01	< 0,01	0,003	0,007
1995	0,52	0,082	1,50	0,8	0,003	< 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,001
2000	0,75	0,116	1,27	1,2	0,003	< 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,001
2005	0,49	0,079	2,36	1,8	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,001

4. Несмотря на экологическую чистоту, вода Телецкого озера имеет низкую степень оптимальности химического состава и невысокий уровень физиологической полноценности (особенно по присутствию жизненно важных микроэлементов), отвечающий категории «минимально необходимая вода».

5. Экологическое состояние объектов окружающей среды в районе озера в настоящее время отвечает благоприятному уровню, а в пределах населенных пунктов и локальных участков природно-антропогенного загрязнения – условно благоприятному и неблагоприятному уровню.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВОГРУНТОВ ГОРОДА ТОМСКА

О.А. Шеремет

Научный руководитель ассистент Л.В. Жорняк
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время загрязнение почвенного покрова через атмосферные выпадения в городах и промышленных районах России возрастает с каждым годом. Вследствие этого почвы характеризуются повышенными концентрациями тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов [2].

В г. Томске масштабы промышленного производства сопоставимы с крупнейшими городами Сибири [5]. На территории города располагается большое количество промышленных предприятий, которые находятся в основном в зоне жилой застройки.

Возникшие вблизи промышленных предприятий техногенные ореолы в почвах отличаются высокой степенью концентраций подвижных легкоусваиваемых растениями форм тяжелых металлов [6].

Соответственно очень важной становится детальная эколого-геохимическая оценка почв, которые являются долговременной депонирующей средой. Почва находится на пересечении всех путей миграции химических элементов и является наиболее чутким индикатором геохимической обстановки в ландшафте [6].

Объектами исследования являются пробы почвогрунта, отобранные в районах расположения промышленных предприятий города.

Целью исследований является: изучение эколого-геохимического состава проб почвогрунта и оценка токсичности почвогрунтов с применением мушки *Drosophila melanogaster*, которая является оптимальным тест-объектом в связи с наибольшей изученностью по сравнению с другими живыми объектами.

В медицине долгое время применяется методика биотестирования на дрозофилах. Эти исследования проводятся на основании методических рекомендаций по оценке мутагенных свойств фармакологических средств (Методические..., 1998), одобренных Фармакологическим государственным комитетом Минздрава России. Нами впервые применяется данная методика для оценки токсичности почв промышленных предприятий различного профиля [3].

Для биотестирования (в качестве опыта) были взяты 21 проба почвогрунта из разных районов города: Октябрьского района (территории Спичечной фабрики, ПО «Вирион», Приборного завода, «Эмальпровод», ПО «Сибкабель»); Кировского района (территории Томского электролампового (ТЭЛЗ), Томского электромеханического (ТЭМЗ), Томского инструментального (ТИЗ), Кирпичного, Радиотехнического (РТЗ), заводов; Ленинского района (Шпалопропиточный и Дрожжзавод) и Советского района (НПО «Сибэлектромотор», Манометровый завод), так как геохимическая специфика этих районов различна. Кроме того, были протестированы 2 фоновые пробы, отобранные в заказнике «Томский».

Определение геохимического состава почвогрунта проводилось методом атомно-эмиссионного анализа с индуктивно-связанной плазмой (ICP) в Центральной научно-исследовательской лаборатории АО «КГРК» г. Кара-Балта, Кыргызская Республика и инструментальным нейтронно-активационным анализом, выполненным в ядерно-геохимической лаборатории Томского политехнического университета (аналитик с.н.с. А.Ф. Судыко) [4].

Проба со Спичечной фабрики отличается повышенными содержаниями Pb, V, Mn, Ti по сравнению со средними содержаниями по Октябрьскому району, по г. Томску и со средними значениями в почвах по Bowen H.J.M. (1966) и Саеги Ю.Е. (1990). А проба почвы, отобранная в районе ТЭМЗа также, кроме повышенных содержаний Pb, отличается от средних значений по содержанию Zn, Ni, Cu, W. По данным ICP пробы, отобранные в районе ТЭЛЗа, отличаются повышенными содержаниями Cr, P; пробы, отобранные в районе РТЗ – Ni, V, Mn, Ti, Sn, Th. В районе Кирпичного завода кроме повышенных содержаний V, Mn, Ti, Th, наблюдаются превышения по Zr, относительно средних значений по Кировскому району и городу. В районах Манометрового завода и НПО «Сибэлектромотор» наблюдаются превышения по Cr, Mo, Pb, Sb, W, Zn. Проба, отобранная в районе ТИЗа, отличается повышенным содержанием Mo, P, W, Zn, Cr; НПО «Вирион» - Pb, Co, V, Mn. В пробах почвогрунта с ПО «Сибкабель» и Приборного завода есть превышения по Sc, Mn, Mg. Пробы, отобранные в районе Шпалопропиточного и Дрожжзавода, отличаются также повышенным содержанием Mn, Mg, кроме того, Zn, Sr, Cu, Cr [3].

Для постановки экспериментов по биотестированию были взяты линии дрозофил yellow (y)-самки и singed (sn)-самцы. У yellow – желтое тело и прямые щетинки, у *singed* – тело серого цвета и опаленные щетинки. После скрещивания были получены гибриды F1, для самок которых характерно: серое тело и прямые щетинки, для самцов: желтое тело и прямые щетинки. Признаки у и sn являются сцепленными с полом рецессивными признаками.

Суть метода заключается в том, что дрозофилы помещаются в специально приготовленную стандартную среду с добавкой определенного количества пробы почвы, истертой до пудры, в процентном соотношении 0,4% x 99,6%; 0,2% x 99,8%. Концентрации были подобраны опытным путем, основываясь на ранее проведенных исследованиях [1].

Главными составными частями среды, на которой разводят дрозофилу в лабораториях, является сахар и дрожжи. В качестве компонента в питательную среду входит также агар-агар, который придает среде желеобразную консистенцию и манная крупа.

Для опыта мы брали 12 пенициллиновых флакончиков и в каждый флакон со средой помещали по 2 самца и 2 самки. При определенной температуре цикл развития мушки равен приблизительно 10 суток. Важным условием является соблюдение определенных температурных условий разведения согласно методическим указаниям Н.А. Новиковой «Биология и генетика дрозофил».

В дальнейшем следим за развитием нового поколения. По мере развития отмечается высота подъема куколок над средой. В том случае, когда мухи начинают лететь, фиксируется количество самок и самцов и возникающие аномалии или морфозы, а также мозаики. Параллельно с опытом ставится контрольная проба (среда без добавления почвы) [4].

Всего было просмотрено 19346 мушек в опыте и 2840 мушек в контроле. По проведенной оценке токсичности проб почв с использованием *Drosophila melanogaster* получены следующие результаты.

На показатели высоту подъема куколок и соотношение полов пробы почвогрунта не оказали воздействия по сравнению с контролем (соотношение самок и самцов должно быть примерно 50/50, допускается 55/45).

В 14 случаях из 21 пробы почвогрунта негативно повлияли на тест-объект, вследствие чего увеличилось количество морфозов (по сравнению с фоном и контролем), т.е. любые отклонения от норм, и появились мушки с соматическими мозаиками, которые были обнаружены при биотестировании проб, отобранных в районе ТЭМЗа, ТЭЛЗа, ТИЗа, РТЗ, Приборного завода, «Эмальпровод», Спичфабрики, ПО «Сибкабель» и Шпалопропиточного завода.

Таблица

Сопоставление результатов биотестирования с геохимическим составом

Предприятия	Элементы	Оцениваемый показатель	
		морфозы	мозаики
Томский электромеханический завод	Ni, Zn, Cu, W, Pb	+	+
Спичечная фабрика	V, Mn, Ti, Pb	+	-
Томский электроламповый завод	Cr, P	+	+
Кирпичный завод	V, Mn, Ti, Th, Zr	+	-
Радиотехнический завод	V, Mn, Ti, Ni, Sn, Th	+	+
Томский инструментальный завод	Mo, P, W, Zn, Cr	+	+
НПО «Вирион»	Co, V, Mn, Pb	+	-
Приборный завод, ПО «Сибкабель»	Sc, Mn, Mg	+	+
НПО «Сибэлектромотор», Манометровый завод	Cr, Mo, Pb, Sb, W, Zn	+	-
Шпалопропиточный завод, Дрожжзавод	Mn, Mg Zn, Sr, Cu, Cr	+	+

Так в исследуемых пробах у мушек отмечалось: отсутствие щетинок, загнутые или короткие щетинки asc, adc, psc, pdc, «помятые» крылья, закрученные щетинки, т.е. мозаики. Максимальный процент мушек с морфозами и мозаиками выявлен в пробах, отобранных в районах Кирпичного завода (15,8 %), ТЭМЗа (13 %) и ТИЗа (12,7 %), а минимальный – НПО «Вирион» (8,5 %). В фоновых пробах количество мушек с отклонениями на уровне 2,5 – 3 %.

При сопоставлении результатов биотестирования с геохимическим составом проб почвогрунтов (таблица) можно сделать вывод, что именно наличие в пробах тяжелых металлов в повышенных концентрациях и оказывает токсическое воздействие (тератогенное и мутагенное) на дрозофил [4].

Таким образом, для оценки экологического состояния территории эффективно применение метода биотестирования, а мушки *Drosophila melanogaster* являются наиболее оптимальным тест-объектом для оценки биологического действия загрязняющих веществ.

Литература

1. Азарова С.В. Отходы горнодобывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды (на примере объектов республики Хакасия): Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 21 с.
2. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. – Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 2002. – С. 6 – 11.
3. Жорняк Л.В. Микроэлементы в почвогрунтах урбанизированных территорий (на примере г. Томска) // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Труды VIII Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых. / Под ред. В.В. Аношина. – Абакан: Изд-во ХГУ им. Н.Ф.Катанова, 2004. – Т. II. – С. 12 – 13.
4. Жорняк Л.В., Язиков Е.Г. Биотестирование почвогрунтов – индикатор экологического состояния территорий промышленных предприятий // Актуальные проблемы геохимической экологии: Материалы V Международной биогеохимической школы. – Семипалатинск, 2005. – С. 433 – 437.
5. Природокомплекс Томской области. Геология и экология / Под ред. А.И. Гончаренко. – Томск: Изд-во ТГУ, 1995. – Т. 1. – С. 52 – 69.
6. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сарнаев С.И. Содержание тяжелых металлов в почвах. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 1993. – 84 с.

ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛУРГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

С.П. Штылёва

Научный руководитель доцент М.П.Чубик

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Потребность в металлах из года в год растет. Развитие науки, техники и культуры немислимо без машин, механизмов, приборов и множества других изделий из металлов. Поэтому металлургия, одна из традиционных отраслей промышленности, по-прежнему – основа развития любой национальной экономики. Неуклонно растёт в мире производство металлов. Лишь за последние десятилетия «металлургическими» стали не только Турция, Иран, Северная и Южная Корея, но и Ливия, Саудовская Аравия, Сирия, Тунис, Катар и др. [3, 4].

Металлургией называют область науки и техники, охватывающая процессы получения металлов, руд и других видов металлосодержащих материалов. Многочисленность металлов, различия их свойств, методов

получения и областей потребления определяют необходимость их классификации по отдельным группам. В современных условиях используют промышленную классификацию металлов, которая отражает исторически сложившуюся структуру металлургической промышленности. Согласно промышленной классификации все металлы делятся на две группы: черные и цветные [1, 3].

К черным металлам относятся железо и его сплавы, марганец и хром, производство которых тесно связано с металлургией чугуна и стали. Все остальные металлы относятся к цветным [3, 4].

Помимо металлов различной степени чистоты цветная металлургия выпускает в большом ассортименте другую товарную продукцию – элементарную серу, серную кислоту, минеральные удобрения, цемент, соли и т.д. Особенно опасны компоненты на предприятиях цветной металлургии. Например, на отдельных участках производства глинозема создается повышенное содержание окиси углерода в воздухе, образуются щелочные аэрозоли; в электролизных цехах из ванн выделяются фтористые соединения, смолистые вещества, окись углерода, углекислый газ, угольная пыль; при производстве меди выделяются сернистые газы и пыль, при производстве свинца – пыль, аэрозоли окислов металлов (свинца, мышьяка, цинка, меди), окись углерода, сернистые газы.

Предприятия отрасли оказывают существенное влияние на формирование экологической обстановки в районах их расположения, а в некоторых случаях и полностью ее определяют. Особое место по масштабам производства и влиянию на окружающую природную среду занимают предприятия Российского акционерного общества по производству цветных и драгоценных металлов «Норильский никель», которые обеспечивают выпуск 75% никеля, меди и кобальта в стране. Основные предприятия «Норильского никеля» сосредоточены в двух экологически напряженных регионах – Мурманской области и на полуострове Таймыр. В рассматриваемом случае деятельность металлургического завода практически разрушила природную среду на больших площадях. Анализ загрязненности этой территории показал, что скорость расширения зоны сильного разрушения экосистемы составляет 1 – 1,5 км/год и при сохранении такой тенденции в ближайшие 20 – 25 лет живая природа на расстоянии до 30 км от завода по розе ветров может полностью деградировать. Высокая загазованность окружающей среды промышленными выбросами завода неизбежно влечет за собой рост заболеваемости его работников и жителей города. Так, число заболеваний эндокринной системы, крови, органов чувств и кожи у взрослого населения и детей в 1,3 – 2,7 раза выше, чем в среднем по России [1].

Черная металлургия – отрасль тяжелой промышленности по производству чугуна, стали, проката, ферросплавов, а также стальных и чугунных изделий. Предприятия черной металлургии с полным металлургическим циклом следует рассматривать по отдельным видам производства: коксохимическое (метод переработки жидких и твердых горючих ископаемых нагреванием при 900 – 1050°C без доступа воздуха), доменное, сталеплавильное [3].

На всех стадиях коксохимического производства происходит значительное выделение пыли, газов и загрязненных паров воды. Выбросы от коксохимического производства содержат оксид углерода угольную и коксовую пыль, сернистый ангидрид, цианиды, ароматические углеводороды, аммиак, фенол, сероводород (соединения расположены в порядке снижения их содержания).

Основным продуктом доменного процесса является чугун. Доменное производство сопровождается выделением больших количеств пыли и газов (диоксида углерода, диоксида серы, различных углеводородов, цианистых соединений). Пыль состоит из оксидов железа, кремния, алюминия, магния, кальция, марганца, может быть и сера. Среднее количество пыли, содержащейся в конверторных газах, составляет 25 – 30 кг/т. Пыль в основном состоит из оксидов железа. Кроме этого, в пыли обычно содержатся CaO, MgO, Al₂O₃, MnO, реже P₂O₅, CuO.

На территориях более крупных металлургических предприятий, особенно существующих более 50-60 лет (Магнитогорский металлургический комбинат, НовоЛипецкий металлургический завод, регион Кузнецкого металлургического комбината и Западно-Сибирского металлургического завода и др.) должны существовать мощные техногенные месторождения объемом более 1 млн. т цветных и редких металлов [1, 3].

Пылевой фактор на современных металлургических заводах вследствие огромных мощностей и производительности оборудования и сложности борьбы с ним является одним из ведущих. Псевмоколонии на заводах черной металлургии занимают одно из ведущих мест по отношению ко всем заболеваниям.

Черная металлургия является одним из крупных потребителей воды. Сточные воды рудообогатительных и агломерационных фабрик характеризуются содержанием хлоридов, сульфатов, ионов кальция и магния. Лишь 3 - 5 % сточных вод коксохимических производств сбрасывают за пределы заводов. В основном они используются для мокрого тушения кокса. Наибольший объем загрязненных стоков принадлежит фенолсодержащим сточным водам, кроме фенолов содержатся аммиак, сероводород, цианиды, бензолы, смолы.

В городах, где расположены крупные предприятия черной металлургии, систематически отмечается высокое загрязнение воздуха несколькими примесями. Существенное воздействие на состояние подземных вод оказывают предприятия через фильтрующие накопители. Так, Новолипецкий металлургический комбинат явился источником загрязнения подземных вод родонитами (до 957 ПДК), цианидами (до 308 ПДК), нефтепродуктами (до 80 ПДК), фенолами (до 50 ПДК). По данным аэрокосмической съемки, зона загрязнения почвенного покрова прослеживается на расстоянии до 60 км от источника загрязнения [1, 2, 3].

Литература

1. Лисин В.С., Юсфин Ю.С. Ресурсно-экологические проблемы XXI века и металлургия. – М.: Высшая школа, 2001. – 447 с.

2. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учебное и справочное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 672 с.
3. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. – Калуга.: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. – Т 1. – 917 с.
4. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. – М.: Интернет Инжиниринг, 2004. – 442 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ СВИНЦА И КАДМИЯ В ПОРОДАХ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

Н.Е. Яцечко, Р.В. Шинкарук

Научный руководитель доцент А.А. Кроик

Днепропетровский национальный университет, г. Днепропетровск, Украина

Среди тяжелых металлов - токсикантов важное место занимают свинец и кадмий. Эти элементы присутствуют в отходах горнодобывающей, металлургической, химической и других отраслях промышленности. Как и большинство тяжелых металлов, свинец и кадмий обладают способностью накапливаться в организме человека и вызывать хронические отравления.

При решении проблем охраны окружающей среды от загрязнения свинцом и кадмием важную роль играют процессы, протекающие при взаимодействии этих металлов с породами. При попадании свинца и кадмия в грунтовую толщу происходит трансформация их первичных форм, вертикальное и горизонтальное их перераспределение, поступление в растения и природные воды, т. е. начинается их миграция. Обусловлена она, в основном, физико-химическими свойствами пород, свойствами самого элемента и ландшафтно-геохимическими условиями. При этом протекает ряд процессов, которые включают химическую и физическую адсорбцию, ионный обмен, образование химических соединений, соосаждение и др. За счет этих процессов часть металлов будет задерживаться породой и не сможет поступать в подземные воды. Возможность дальнейшей миграции металла зависит от прочности связывания его в той или иной форме.

Предварительными исследованиями было установлено, что свинец и кадмий в породе могут находиться в различных формах: водорастворимой, катионообменной, связанной с карбонатами, связанной с гидроксидами марганца, аморфными и окристаллизованными формами железа. В связи с этим важным представляется вопрос определения миграционноспособных форм свинца и кадмия, что позволит не только прогнозировать степень загрязнения этими металлами природных вод, но и разработать новые способы снижения загрязнения свинцом и кадмием с использованием природных сорбентов.

Целью данной работы является определение подвижных форм свинца и кадмия в лессовидных суглинках, которые широко распространены и занимают площадь, составляющую до 80 % территории юго-востока Украины.

К подвижным формам нахождения свинца и кадмия относят водорастворимые соединения, а также катионообменные формы данных металлов. Именно эти формы связывания свинца и кадмия породами представляют собой наибольшую опасность при загрязнении объектов окружающей среды данными металлами. Поскольку при проникновении тяжелых металлов в обменный комплекс породы происходит быстрое эквивалентное замещение ими обменных катионов породы, то емкость катионного обмена (ЕКО) является дополнительной величиной, по которой теоретически можно рассчитать вероятное максимальное количество подвижных форм металлов, которые образуются во время их взаимодействия с породами. ЕКО определяется как сумма обменных катионов щелочных и щелочноземельных металлов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), которые удерживаются породой за счет электростатических сил, имеют способность к обмену с другими катионами и могут быть вытеснены из породы растворами нейтральных солей. Поскольку кальций является преобладающим катионом в обменном комплексе пород, им представлено до 90 % общей обменной емкости [1], то часто при исследовании обменной поглощающей способности пород ограничиваются определением обменного кальция.

В качестве объектов исследования были использованы лессовидные суглинки, отобранные в Днепропетровской, Запорожской и Одесской областях (Украина). Всего было исследовано 26 образцов. Для данных пород выполнен полный химический, гранулометрический и рентгеноструктурный анализ. Результаты анализа показали, что глинистая фракция представлена монтмориллонитом, каолинитом, гидрослюдами. Емкость катионного обмена (ЕКО) для данных пород составляла от 45,0 до 80,0 мг-экв/100 г породы. Породы слабо засолены, содержат от 9,0 до 17,3 % карбонатов, представленных кальцитом и доломитом с преобладанием первого.

Для определения подвижных форм нахождения свинца и кадмия в породе пользовались следующей методикой. Породу предварительно насыщали растворами, содержащими свинец и кадмий в определенной концентрации. Количество введенного свинца изменялось от 20 до 500 мг/г, кадмия - от 20 до 200 мг/г. Навеска породы составляла 1 г, время насыщения - 7 суток. По истечении указанного времени раствор отделяли от породы центрифугированием и определяли в нем равновесные концентрации свинца и кадмия с применением метода атомно-абсорбционной спектроскопии [2].

Насыщенные металлами образцы породы подвергали двухуровневой экстракции следующими экстрагентами. Легкорастворимая форма металла извлекалась из породы дистиллированной водой. Время экстракции составляло 30 минут, соотношение «порода – раствор» - 1:25. Определение катионообменной формы металла в породах проводилось с применением в качестве экстрагента 3 % раствора хлорида калия при соотношении «грунт-раствор» 1:20. Время контакта составляло 3 минуты. По окончании экстракции в растворах атомно-абсорбционным методом определялось содержание свинца, кадмия, а также кальция. Полученные результаты для наиболее типичных лессовидных суглинков приведены в таблицах 1-4.

Как видно из таблицы 1, лишь незначительная часть свинца (от 0,5 до 2,0 мг/г) поглощается лессовидными суглинками в подвижной, миграционноспособной форме. При этом предельная емкость поглощения свинца для этих пород достигает 300 - 350 мг/г. Таким образом, 99 % всего поглощенного породами свинца находится в прочносвязанной форме.

Таблица 1

Распределение свинца в лессовидном суглинке по формам, мг/г

Экстрагент	Исходное содержание свинца, мг/г			
	100	200	300	500
H ₂ O	0,03	0,24	0,72	1,63
KCl	0,44	1,37	1,50	1,69

Таблица 2

Количество кальция, извлеченного из породы, мг/г

Экстрагент	Исходное содержание свинца, мг/г			
	100	200	300	500
H ₂ O	0,18	0,25	0,23	0,25
KCl	0,44	1,37	1,50	1,69

Несколько менее прочно лессовидными суглинками связывается кадмий (таблица 3). Количество поглощенного в подвижной форме исследуемыми породами кадмия составило от 3,5 до 7,0 мг/г (предельная сорбционная емкость данных пород по отношению к кадмию составила 45 - 55 мг/г). Доля подвижных форм кадмия в породе, таким образом, не превышает 15 %.

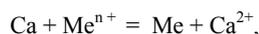
Таблица 3

Распределение кадмия в лессовидном суглинке по формам, мг/г

Экстрагент	Исходное содержание кадмия, мг/г			
	20	50	100	200
H ₂ O	0,11	0,14	0,13	0,15
KCl	3,90	4,35	5,75	6,80

Экспериментально определенные значения подвижных форм свинца и кадмия указывают на то, что исследуемые породы обладают способностью достаточно прочно удерживать данные металлы и могут быть в дальнейшем использованы как природные сорбенты с целью минимизации загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.

Важной характеристикой прочности связывания свинца и кадмия породами являются константы равновесия катионного обмена. В общем виде реакция обмена между кальцием в породе и металлом отвечает уравнению:



Константа равновесия этой реакции по уравнению Б.П. Никольского имеет вид:

$$K = (Me) Ca^{2+} / (Ca) Me^{n+},$$

где: (Me) и (Ca) - обменные массы исследуемого металл-иона и кальция в твердой фазе породы, мг-эквм; Meⁿ⁺ и Ca²⁺ - их равновесные концентрации в растворе.

Таблица 4

Количество кальция, извлеченного из породы, мг/г

Экстрагент	Исходное содержание кадмия, мг/г			
	20	50	100	200
H ₂ O	0,01	0,01	0,01	0,01
KCl	1,80	1,00	0,70	0,60

Выполнение эксперимента с различными исходными концентрациями свинца и кадмия в растворе, а также определение содержания кальция в растворе после сорбции металла (таблица 2, 4) позволили получить набор значений равновесных концентраций металлов. По уравнению Б.П. Никольского были рассчитаны константы равновесия реакции катионного обмена для свинца и кадмия. У свинца величины этих констант для различных образцов лессовидных суглинков составили от $4,2 \cdot 10^{-3}$ до $1,3 \cdot 10^{-2}$. Значения констант равновесия реакции катионного обмена для кадмия оказались значительно выше, чем для свинца – для различных пород они изменялись от $2,6 \cdot 10^{-1}$ до $7,0 \cdot 10^{-1}$.

Экспериментальные данные по определению подвижных форм кадмия и свинца в лессовидных суглинках свидетельствуют о том, что их величина, а также значение констант равновесия реакции катионного обмена в системе «кальций – свинец» и «кальций – кадмий» зависит от емкости катионообменного комплекса пород.

Полученные характеристики могут представлять интерес для прогнозирования тенденций накопления свинца и кадмия в природных объектах геоэкологических систем и определения на их основе степени экологических рисков загрязнения тяжелыми металлами объектов окружающей среды.

Литература

1. Горбунов Н.И. Почвенные коллоиды и их значение для плодородия. – М.: Наука, 1967. – 161 с.
2. Карякин А.В., Грибовская И.Ф. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод. – М., 1987. – 304 с.