

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

---



## **ТВОРЧЕСТВО ЮНЫХ – ШАГ В УСПЕШНОЕ БУДУЩЕЕ**

*Материалы VIII Всероссийской научной студенческой  
конференции с элементами научной школы имени профессора  
М.К. Коровина*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2015

УДК 504(063)

ББК 20.1л0

П78

Творчество юных – шаг в успешное будущее: Материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 614 с.

В сборнике отражены вопросы глобальных и региональных экологических проблемы; рассматриваются геоэкологические аспекты устойчивого развития территорий и экологические риски; проблемы аэрозольного загрязнения атмосферы; проблемы экологии и здоровья человека и вопросы медицинской геологии; вопросы биоиндикации техногенеза; геоэкологии и экологии водных систем; экогеохимии органического топлива и экологические проблемы территорий; экологические проблемы при разведке, добыче и транспортировке углеводородного сырья; новые информационные технологии в геоэкологии.

Публикация материалов конференции осуществляется при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

ISBN 978-5-4387-0439-3

Главный редактор – А.Ю. Дмитриев, директор Института природных ресурсов

Ответственный редактор – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.

Ответственные редакторы секций:

Секция 1 – Е.Г. Языков, д.г.-м.н., профессор

Секция 2 – Н.А. Осипова, к.х.н., доцент

Секция 3 – А.В. Таловская, к.г.-м.н., доцент

Секция 4 – Л.П. Рихванов, д.г.-м.н., профессор

Секция 5 – Н.В. Барановская, д.б.н., профессор

Секция 6 – О.Г. Токаренко, к.г.-м.н., доцент

Секция 7 – С.И. Арбузов, д.г.-м.н., профессор

Секция 8 – Н.М. Недоливко, к.г.-м.н., доцент

Секция 9 – А.А. Поцелуев, д.г.-м.н., профессор

Секция 10 – А.Н. Уткина, к.ф.н., доцент

Технический редактор – Т.С. Шахова, инженер; Е.А. Филимоненко, ассистент

ISBN 978-5-4387-0439-3 © ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2015

© Оформление. Издательство Национального  
исследовательского Томского политехнического  
университета, 2015

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

23-27 ноября 2015 г. в Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялась восьмая Всероссийской студенческой научной геологической конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты».

Организация и проведение восьмой Всероссийской студенческой научной геологической конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты» осуществлялись при поддержке Российского Фонда фундаментальных исследований (РФФИ). Поручена она была Институту природных ресурсов Томского политехнического университета как признание заслуг ИПР ТПУ, старейшего высшего технического учебного заведения в подготовке геологических кадров и высоких достижений в научных исследованиях. Институт природных ресурсов в 2011 г. отметил свое 110-летие. Он был основан в 1901 г. В.А. Обручевым – первым штатным геологом Сибири, впоследствии ставшим академиком АН СССР, Героем Социалистического Труда, первым в нашей стране лауреатом Ленинской премии.

ИПР (горное отделение ТТИ) является родоначальником геологического образования и геологической науки в азиатской части России. Созданная В.А. Обручевым сибирская горно-геологическая школа сыграла и сегодня продолжает играть важную роль в открытии, изучении и освоении минерально-сырьевых ресурсов не только Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока нашей страны, но и Средней Азии. Среди выпускников института – целая плеяда выдающихся ученых, инженеров и организаторов производства. Это М.А. Усов – ученик и первый аспирант В.А. Обручева, первый из числа выпускников института (ИПР, ИГНД, ГРФ, НГФ) – профессор и первый из сибиряков – академик, с именем которого связано становление горнодобывающей промышленности Сибири и первенца ее геологической службы – Сибгеолкома; академик К.И. Сатпаев – организатор и первый президент Академии наук Казахстана; профессор Н.Н. Урванцев, первооткрыватель уникального Норильского рудного региона; профессор М.К. Коровин, первым указавшей на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири и многие другие. Из почти 35 тысяч выпускников института более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 50 – лауреатами Ленинской и Государственной премий, более 250 – докторами и более 1600 кандидатами наук. Из стен ИПР вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии Наук, 5 Героев Социалистического Труда.

Сегодня Институт природных ресурсов (ИПР) ТПУ представляет собой крупный учебный (около 3000 студентов-очников) и научный центр в области геологии, поисков, разведки и разработки разнообразных полезных ископаемых, в том числе геологии углеводородного сырья и его переработки, нефтегазодобычи, транспортировки и хранения нефти и газа. Он включает в себя 16 кафедр; 9 инновационных научно-образовательных Центров, 3 музея: минералогический, палеонтологический, кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова. В ИПР работают более 433 преподавателя, среди которых 5 – академиков РАН, 28 академиков и членов-корреспондентов общественных академий, 69 докторов и 203

кандидата наук. Институт ведет подготовку кандидатов и докторов наук по 33 научным специальностям.

С момента основания в ИПР ТПУ успешно осуществлялось единство научно-исследовательской работы по фундаментальным и прикладным наукам – высшего образования и производственной деятельности, создавались и развивались богатые традиции НИРС, бережно сохраняемые и развиваемые и по сей день.

В работе восьмой Всероссийской студенческой научной геологической конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты» было заслушано и рассмотрено, с учетом стендовых 321 доклад 340 авторов, среди которых 54 доклада иногородних из 17 городов России и ближнего зарубежья. Доклады были представлены на русском и английском языках.

Конференция проходила по следующим направлениям:

**Глобальные и региональные экологические проблемы**

**Геоэкологические аспекты устойчивого развития территорий.**

**Экологические риски**

**Проблемы аэрозольного загрязнения атмосферы**

**Проблемы экологии и здоровья человека. Медицинская геология.**

**Биоиндикация техногенеза**

**Геоэкология и экология водных систем**

**Экогеохимия органического топлива и экологические проблемы территорий**

**Экологические проблемы при разведке, добыче и транспортировке углеводородного сырья**

**Новые информационные технологии в геоэкологии**

**Доклады по геоэкологическим проблемам на иностранном языке**

Иногородние участники были представлены следующими вузами России и ближнего зарубежья:

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» (г. Санкт-Петербург), Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины (г. Гомель, Белоруссия), Павлодарский государственный педагогический институт (г. Павлодар, Республика Казахстан), Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук (г. Кемерово), Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева (г. Кемерово), Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровского государственного университета (г. Новокузнецк), Сибирский государственный индустриальный университет (г. Новокузнецк), Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова (г. Абакан), Тюменский государственный университет (г. Тюмень), Научно-исследовательский институт экологии и рационального использования природных ресурсов (г. Тюмень), Сургутский государственный университет (г. Сургут), Пермский национальный исследовательский политехнический университет (г. Пермь), Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина (г. Саратов), Забайкальский государственный университет (г. Чита), Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток), Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону), Гидрохимический институт (г. Ростов-на-Дону), Кубанский государственный университет (г. Краснодар), Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова (г. Владикавказ), Чеченский государственный педагогический университет (г. Грозный), Юргинский технологический институт



Национального исследовательского Томского политехнического университета (г. Юрга).

В рамках восьмой Всероссийской научной геологической конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» был проведен лекторий. Перед студентами с лекциями выступили заслуженные ученые и специалисты: Язиков Е.Г., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и геохимии, Отличник разведки недр РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, с лекцией: «Геоэкологические аспекты оценки территорий в зоне воздействия разнопрофильных предприятий по данным изучения природных сред»; Рихванов Л.П., д.г.-м.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный геолог РФ, с лекцией: «Медицинская геология: современное состояние и перспективы»; Шварцев С.Л., д.г.-м.н., профессор, академик Российской академии естественных наук, академик Международной академии минеральных ресурсов, лауреат Государственной премии СССР, Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный геолог РФ, Почетный профессор, с лекцией: «Аквагенная теория эволюции окружающего мира»; Арбузов С.И., д.г.-м.н., профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Почетный работник науки и техники РФ, с лекцией: «Экогеохимия органического топлива»; Поцелуев А.А., д.г.-м.н., профессор, Отличник разведки недр РФ, действительный член Всероссийского минералогического общества, с лекцией: «Космические методы исследования природных ресурсов»; Барановская Н.В., д.б.н., профессор, с лекцией: «Индикаторная роль элементного состава живых организмов в условиях техногенеза»; Осипова Н.А., к.х.н., доцент, с лекцией: «Анализ и оценка экологических рисков»; Таловская А.В., к.г.-м.н., доцент, с лекцией: «Атмосферные аэрозоли в окружающей среде»; Недоливко Н.М., к.г.-м.н., доцент, с лекцией: «Экологические проблемы нефтегазового комплекса».

В рамках конференции была проведена работа по 10 секциям, на которых студенты выступили с научными докладами на русском и английском языках.

В период работы конференции для студентов были проведены экскурсии в минералогический и палеонтологический музеи ИПР ТПУ; в МИНОЦ «Урановая геология»; в музей истории ТПУ; в Выставочный центр инновационных, научных и образовательных достижений ТПУ; в научно-техническую библиотеку ТПУ.

В рамках научной школы организаторами молодежной науки ИПР и научными руководителями был проведен семинар со студентами о возможностях проведения научных исследований в студенческие годы и о большой роли НИР в профессиональной подготовке студентов как высококлассных специалистов.

На закрытии конференции в торжественной обстановке участникам были вручены сертификаты и подарки, лауреатам конкурса – дипломы и призы.

По итогам конференции публикуется сборник научных докладов студентов. Электронный вариант сборника и вся информация расположены на сайте ТПУ <http://portal.tpu.ru/science/konf/korovin>

На восьмой Всероссийской студенческой научной геологической конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты» традиционно отмечается активное участие различных вузов России. Научный уровень многих докладов на всех секциях очень высок, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей. Доложенные результаты лучших научных работ чрезвычайно актуальны, отражают исследования как в

области фундаментальных наук, так имеют и важное прикладное значение и при дальнейшей научной разработке могут быть представлены в виде диссертаций на звание магистра и бакалавра. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии. Авторы научных работ продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований. Необходимо отметить высокий организационный уровень проведения симпозиума.

Работа конференции проходила в течение четырех дней одновременно по 10 секциям. Конференцию посетило более 350 человек.

На конференции в докладах освещались достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижения с использованием новых компьютерных технологий в геологии, нефтегазодобычи и геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геологическим проблемам и охране окружающей среды. Тематика докладов очень актуальна сегодня, охватывает важнейшие проблемы и новейшие достижения.

Авторы научных работ на восьмой Всероссийской студенческой научной геологической конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты» в своих докладах, демонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

В процессе работы конференции на секциях были использованы современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «Powerpoint», оверхед, демонстрационное средство «Лектор 2000», видеопроекторы, диапроекторы, проектор Nec-595VT, оптические преобразователи в режиме Power Point, интерактивная доска Hitachi, видео-стена 3D-визуализации, плазменный экран, а также использовались для демонстрации самые последние версии популярного пакета программ MS Office, Corel Draw, Arc View, MapInfo и других новейших программных средств. Некоторые доклады сопровождалось показом фильмов собственного производства.

Конкурсное жюри симпозиума рассмотрело и наградило авторов лучших докладов дипломами, призами и памятным подарками. Всем докладчикам вручены сертификаты. Награждение лауреатов состоялось в торжественной и праздничной обстановке в актовом зале Института природных ресурсов ТПУ.

По итогам работы конференции был издан сборник научных трудов симпозиума, электронная версия сборника трудов выставлена на сайте [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru).

Восьмая Всероссийская студенческая научная геологическая конференция с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты», его ход, содержание и значимость широко освещались в средствах массовой информации (на областном телевидении, в журнале «Недра Сибири», в областной печати, в газете ТПУ «За кадры» и т.д).

Редакционная коллегия конференции выражает благодарность руководству Института природных ресурсов ТПУ (директор ИПР ТПУ, А.Ю. Дмитриев), финансовая поддержка которого способствовала проведению конференции и публикации данного сборника

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ТПУ – КРУПНЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР:  
ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

П.С. Чубик, профессор, ректор ТПУ

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» Правительству Российской Федерации, в частности, поручается обеспечить:

- разработку и утверждение до конца октября 2012 г. плана мероприятий по развитию ведущих университетов, предусматривающих повышение их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.
- Вхождение к 2020 году не менее пяти российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов.
- Во исполнение этого Указа Президента Правительство Российской Федерации
- утвердило:
- Распоряжением от 22 ноября 2012 г. № 2148р – государственную программу Российской Федерации «Развитие образования» на 2013-2020 годы. Прогнозируемый объем финансового обеспечения программы за счет средств федерального бюджета составит около 4 триллионов рублей. При этом ежегодные затраты бюджета возрастут с 446 миллиардов рублей в 2013 г. до 631 миллиарда в 2020. Консолидированный бюджет образования на период до 2015 г. планируется в сумме около 8 триллионов рублей, а прогноз на 2016 и 2020 г. – свыше 20 триллионов. На поддержку программ развития ведущих университетов предполагается направить 54,4 млрд. руб.
- Распоряжением от 29 октября 2012 г. № 2006-р - план мероприятий по развитию ведущих университетов, предусматривающих повышение их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Таким образом, ставится вопрос о подготовке глобально конкурентоспособных специалистов (далее для краткости – элитных), создающих и внедряющих уникальные технологии и продукты. Подготовка таких специалистов невозможна без проведения передовых (прорывных) научных исследований и является необходимым условием функционирования современного университета.

### Тренды

В настоящее время в сфере высшего профессионального образования наблюдаются следующие тренды.

#### Мировые тренды:

- **глобализация** рынков интеллектуального труда и, как следствие, растущая конкуренция университетов в борьбе за рынки научных и образовательных услуг и признание компетенций выпускников;
- **прагматизация** университетов, ориентация их на запросы экономики и общества: согласование с работодателями результатов обучения, оценка качества образования со стороны независимых центров, сертификация профессиональной квалификации выпускников; корпоративный заказ на подготовку специалистов, в том числе команд специалистов, приоритезация научных исследований в соответствии с потребностями рынка и др.;
- **цифровизация** образования: использование открытых (национальных и мировой) информационно-образовательных сред (ОИОС), симуляторы и виртуальное обучение, персонализация образовательных траекторий, образование в течение всей жизни и др.



*П.С. Чубик, ректор  
ТПУ*

**Российские тренды:**

- формирование кластера ведущих университетов (МГУ, СПбГУ, федеральные и национальные исследовательские университеты);
- усиление взаимодействия университетов с реальным сектором экономики и наукой;
- резкое возрастание конкурентных преимуществ столичных (Москва, Санкт-Петербург) вузов вследствие
- стирания для абитуриентов территориальных барьеров в результате введения ЕГЭ.

**Перечисленные выше тренды определяют основные вызовы, стоящие перед отечественной системой высшего профессионального образования (ВПО):**

- вступление России в ВТО и нарастающее давление глобальной конкуренции за рынки и квалифицированных специалистов;
- слабая востребованность интеллектуального продукта деятельности вузов (элитные специалисты, инновационные научные разработки) со стороны реального сектора экономики;
- массовизация высшего профессионального образования и, как следствие, высокая дисперсия качества школьной подготовки поступающих в вузы;
- низкий конкурс на технические направления и специальности.

**Ответами на них со стороны государства и университетов должны стать:**

- обеспечение признания российского образования на мировом уровне и, прежде всего, путем подготовки элитных специалистов;
- финансовая и организационная поддержка фундаментальных научных исследований по приоритетным направлениям развития (ПНР) Российской Федерации;
- генерация новых прорывных знаний и технологий, включая образовательные;
- переход от «образования на всю жизнь» к «образованию в течение всей жизни»;
- поддержка и развитие междисциплинарности, интеграции с РАН и другими государственными академиями, реальным сектором экономики;
- развитие государственно-частного партнерства: производственные стажировки преподавателей, производственные практики студентов, участие работодателей в образовательном процессе, заказы предприятиями новых образовательных программ, корпоративные кафедры и лаборатории, постоянный мониторинг требований работодателей к компетенциям выпускников, корпоративные «распределения» и др.;
- продвижение лидеров отечественного образования в группу университетов мирового уровня.



**Национальный исследовательский Томский политехнический университет (главный корпус)**

**Программа развития ТПУ**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), с момента своего учреждения в 1896 г. Императором Николаем II как Томского технологического института практических инженеров и по сей день, является кузницей инженерных и научных кадров и одним из лидеров отечественного инженерного образования. Вместе со страной вуз пережил две волны индустриализации: «имперскую» и «советскую». И не просто пережил – он был генератором новых кадров и знаний, приводивших в движение механизм многоотраслевой экономики Сибири и в немалой степени - всей страны. Сегодня, несмотря на свой солидный возраст, университет формирует и воплощает в жизнь современную стратегию развития высшей инженерной и



научной школы, основанную на интернационализации и интеграции исследований, образования и практики, и подготовке инженерной и научной элиты.

Вклад вуза в развитие науки, образования и промышленности отмечен орденами Трудового Красного Знамени (1940) и Октябрьской революции (1971). В 1997 г. Указом Президента Российской Федерации ТПУ включен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов Российской Федерации. В 2009 г. в результате победы в конкурсе Томскому политехническому установлена категория «Национальный исследовательский университет». В 2013 г. ТПУ вошел в число 15 ведущих российских вузов-победителей конкурса на получение господдержки на продвижение в число лучших университетов мира. Начиная с 1991 г., ТПУ строит свою деятельность в соответствии с комплексными программами развития на среднесрочную перспективу. В ответ на задачи по новой индустриализации страны и развитию образования, поставленные Президентом и Правительством Российской Федерации, разработан проект программы развития ТПУ на 2013-2020 гг. как ведущего исследовательского университета.

#### **Глобальная цель Программы:**

Развитие ТПУ как исследовательского университета мирового уровня и центра подготовки инженерной и научной элиты, успешно позиционирующегося в мировых рейтингах.

#### **Система целей Программы:**

1. Исследования мирового уровня; 2. Высокое качество предоставляемых образовательных услуг при подготовке специалистов, в том числе инженерной элиты для высокотехнологичного сектора экономики; 3. Социальная ответственность перед обществом; 4. Обеспечение университета необходимыми ресурсами; 5. Продвижение в top - 100 мировых рейтингов университетов.

#### **Научный фундамент программы развития ТПУ-это сформировавшиеся научные школы**

Томский политехнический университет с первых дней своего существования развивался не только как учебный, но и как научный центр. Он всегда был сильным инженерным вузом, одним из лучших в стране. И по качеству образования и по научным исследованиям. И в советские, «не рыночные» времена, неплохо зарабатывал на хоздоговорах. Во второй половине 80-х в вузе ежегодно выполнялось научных исследований и разработок на 22-25 миллионов рублей. Это примерно 3 миллиарда рублей на сегодняшние деньги. По численности студентов очной формы обучения показатели 70-х – 80-х годов практически такие же, как сейчас – 11-12 тысяч человек.

В первые десятилетия в ТПУ сложились сильные научные школы: в области геологии и горного дела, химии и химической технологии, механики и машиностроения, металловедения, термической обработки материалов, архитектуры и градостроительства, строительного дела. Создателями научных школ были ученые, впоследствии получившие мировое признание, в их числе академики В. А. Обручев и М. А. Усов – первооткрыватели Сибирской горно-геологической школы, сыгравшей выдающуюся роль в изучении и освоении Кузнецкого и Канско-Ачинского угольных бассейнов, Западно-Сибирского нефтегазового комплекса, в создании промышленных гигантов – Кузнецкого металлургического, Магнитогорского металлургического и Норильского горно-металлургического комбинатов. Среди прямых продолжателей их научных идей следует назвать академиков В. А. Кузнецова, Ю. А. Кузнецова, К. И. Сатпаева; членов-корреспондентов АН РАН А. А. Иванова, Г. А. Хельмквиста, А. С. Хоментовского, Ф. Н. Шахова, профессоров П. А. Удодова, В.К. Радугина, Н.Н. Урванцева, М.К. Коровина и др. Академик-снователь школы химиков-



*Луноход «ЛУНА-24» с турбобуром и заборным устройством для отбора лунного грунта*

политехников академик Н.М. Кижнер, ученик всемирно известного химика-органика В. В. Марковникова, в томский период деятельности сделал крупные открытия в области органической химии, в том числе – две новые химические реакции, впоследствии названные его именем и вошедшие во все учебники органической химии. Одним из основателей сибирской школы химиков-органиков является выдающийся ученый, Заслуженный деятель науки СССР, профессор Б. В. Тронов. В начале 50-х годов Б.В. Троновым и его учеником А. Н. Новиковым был открыт простой и удобный метод синтеза ароматических йодпроизводных, получивший в научной литературе название метода Тронова-Новикова. Продолжателями научных школ в области химии стали профессора Л. П. Кулев, П. Г. Усов, И. В. Геблер, В. П. Стабников, И. Ф. Пономарев, С. И. Смольянинов, В. М. Витюгин, А. Г. Стромберг и многие другие. Академик Н. П. Чижевский, будучи преподавателем ТТИ, сформировал школу металлургии. Им были начаты работы по коксованию Кузнецких углей и разработаны теоретические основы конструирования первых советских коксовых печей. В ТПУ были заложены основы широко известных в последующие годы научных школ: «Обработка металлов резанием» – профессором Т. И. Тихоновым, «Металловедение» – профессорами Т. И. Тихоновым, Н. В. Гутовским. Существенное значение в развитии прикладной механики и машиностроения имели работы профессора И. И. Бобарыкова. Из этих школ выросли более узкие направления: «Обработка металлов резанием» (А. М. Розенберг), «Хладноломкость литой и штамповой инструмент» (профессор А. Н. Добровидов). Основателем сибирской школы инженеров-электротехников был профессор А. А. Потеня. Он заложил основы электротехнического образования и научных исследований систем переменного тока. Работы А. А. Потеня оказались основополагающими, в трудах его учеников и последователей. Один из них – академик АН Украины В. М. Хрущев, основатель и первый директор Харьковского Института энергетики Украины. Профессор И. Н. Бутаков создал первую научную школу по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов. Большой вклад в развитие энергетической техники и становление энергетики в Сибири внесли выпускники теплоэнергетики – профессора Г. И. Фукс, В. Т. Юринский и И. К. Лебедев. Становление Сибирской школы физики, как науки, в Томском политехническом университете связано с именем профессора Б. П. Вейнберга. До 1924 г. он оставался единственным доктором физики в Сибири. Мировое значение работ профессора Б. П. Вейнберга в основном связано с его исследованиями в областях физики твёрдого тела и физики льда и ледников. В лабораториях профессора Вейнберга выполнял свои работы будущий лауреат Нобелевской премии в области физической химии академик Н. Н. Семенов. Продолжателем данного научного направления стал профессор П. С. Тартаковский, под руководством которого начинал свою научную деятельность А. А. Воробьёв, родоначальник направлений: физика электрического пробоя диэлектриков, ускорительная техника и ядерная физика, радиационная физика твёрдого тела, техника высоких напряжений, физика диэлектриков и высоковольтной техники. В сравнительно короткие сроки под его руководством были созданы электронные ускорители различных типов от малогабаритных бетатронов до синхротрона на 1,5 ГэВ, а также электростатический ускоритель, микротроны, циклотрон, исследовательский ядерный реактор. Предпосылкой для зарождения сильноточной электроники в стенах ТПИ явилось существование научной школы высоковольтников, основателем которой был тоже ректор ТПИ А. А. Воробьёв. По его инициативе в 1957 году в ТПИ были начаты работы по генерации наносекундных высоковольтных импульсов. Возглавил эту работу профессор Г. А. Воробьёв (автор открытия «Закономерность пробоя твёрдого диэлектрика на границе раздела с жидким диэлектриком при действии импульса напряжения»), который привлек к ней Г. А. Месяца, С. П. Бугаева, Б. М. Ковальчука, впоследствии ставших академиками. Результаты научных исследований оказали впоследствии большое влияние на развитие наносекундной техники и сильноточной электроники. Постепенно сложилась известная во всём мире научная школа Г. А. Месяца, характерной чертой которой является эффективное взаимодействие научных групп, работающих в разных областях электрофизики, радиофизики, физики плазмы, физики

пучков заряженных частиц, лазерной физики, физики твёрдого тела. В 1967 в НИИ ЯФ группой под руководством Г. А. Месяца был создан первый сильноточный импульсный ускоритель электронов.

Учёные института сыграли активную роль в организации Западно-Сибирского (ЗСФ), Томского и Новосибирского филиалов СО РАН. Основной научный и инженерный потенциал в ЗСФ АН был представлен преимущественно томичами. Серьезное влияние университет оказал на развитие образования, науки и подготовку кадров в различных государствах Азиатско-Тихоокеанского региона: Казахстане, Узбекистане, Киргизии, Таджикистане, Туркменистане, а также в Грузии, Азербайджане, Армении. На базе отдельных факультетов, кафедр и специальностей Томского политехнического института было открыто более 20 самостоятельных вузов в Москве, Новосибирске, Омске, Томске, Красноярске, Иркутске, Кемерово, Барнауле, Чите, Хабаровске и других городах. По существу, Томский политехнический университет оказал решающее влияние на формирование и развитие высшей технической школы на территории от Урала до Тихого океана.

### **Высшие достижения и открытия ТПУ в XX веке**

Первый отечественный автомобиль «Руссобалт» создал питомец университета Дмитрий Бондарев, а первый серийный трактор – Михаил Терасатуров. Д. Бондарев был строителем и директором Московского автозавода, М. Терасатуров – директором Путиловского завода в Петербурге. В стенах Томского политехнического была создана первая в мире электрическая дорога на магнитной подушке, первый в мире турбобур, произведший революцию в нефтяном деле, первый отечественный бетатрон и первый газогенераторный двигатель. Выпускник механического отделения М. А. Капелюшников, член-корреспондент АН СССР является автором изобретения первого в мире турбобура для добычи нефти. А. П. Малышев, посвятивший всю свою жизнь изучению законов построения машин, создал формулу, известную как «Формула Малышева». В Томском политехническом учились всемирно известные создатели вертолетов Н. И. Камов и М. Л. Миль. Инженерная смелость и талант выпускника университета Н. В. Никитина воплотилась в таких сооружениях, как первое в стране высотное здание Московского университета, Останкинская телебашня, знаменитый стадион в Лужниках, мемориал Героям Сталинградской битвы - знаменитая статуя «Родина – Мать зовет!» С Томским политехническим связаны имена Г. И. Носова – директора Магнитки, М. К. Коровина, чьи работы послужили основой для начала нефтедобычи в Сибири, основателя Норильска и первооткрывателя уникальной Норильской рудной зоны Н. Н. Урванцева. Ученые и выпускники института активно участвовали в проектировании, строительстве и пуске главных предприятий Сибири: Кузнецкого металлургического комбината, шахт и рудников Кузбасса, заводов Новосибирска, Урала и Дальнего Востока, освоении Норильска, а также открытию, разработке и освоении Сибирских недр. С именем бывшего выпускника ТПИ (ТПУ), а затем академика О.Д. Алимова связано создание турбобура на первый автоматический луноход, взявшего и доставившего на Землю первые образцы лунного грунта. Сегодня практически все руководители и большинство ведущих специалистов крупнейших научно-производственных организаций, промышленных предприятий, многие ректоры вузов и директора научно-исследовательских институтов Сибири являются выпускниками Томского политехнического университета и его научных школ.

### **Научная и инновационная деятельность ТПУ сегодня**

Сегодня произошли принципиально новые изменения в стране и требования к научно-образовательным учреждениям и их коллективам. На мой взгляд, никогда за всю свою историю наш вуз не сталкивался с такими глобальными вызовами, как сейчас. Университет впервые получил возможность стать полноценной частью мирового научно-образовательного сообщества. Такой задачи перед вузом государство никогда ранее



не ставило. Мы сейчас как будто переходим в другое более высокое качество. Единого рецепта – каким должен быть университет мирового уровня – нет. Каждый из тех вузов, что находятся в первой сотне международных рейтингов, обладает своими особенностями, спецификой, базой. Большинство вузов отталкивается в развитии от своего исторического фундамента, традиций, сформировавшихся научных направлений и школ, наращивая и трансформируя уже имеющийся потенциал доводя его до необходимых кондиций с учетом лучших международных практик. Томский политехнический, на мой взгляд, должен идти именно по такому пути. У нас великолепная история, знатные традиции, хорошие научные школы. Это наша база, наш фундамент. Теперь нам предстоит нарастить имеющийся потенциал до мировых кондиций.

Получив в 2009 г. статус Национального исследовательского университета, Томский политехнический продолжал активно развиваться не только как учебный, но и как научный центр. В настоящее время ТПУ проводит исследования в различных областях науки и техники и успешно движется к поставленной цели – выйти на мировой уровень.

Сегодня научный сектор университета располагает крупным кадровым потенциалом: более двух тысяч преподавателей и научных сотрудников участвуют в научных исследованиях, в разработке новой техники и технологий, более половины из них – доктора и кандидаты наук, 16 академиков и членов-корреспондентов РАН и РАМН.

С 1997 года, после отнесения ТПУ к особо ценным объектам культурного наследия народов Российской Федерации, университету выделяется целевое финансирование на научные исследования. ТПУ победитель конкурса инновационных образовательных программ (ИОП) вузов в рамках Приоритетного национального проекта «Образование». За пять последних лет консолидированный бюджет ТПУ увеличился вдвое. Сегодня бюджет нашего вуза сопоставим с одной шестой расходной части бюджета всей Томской области. Основные направления НИУ опираются на исследования ведущих научных школ, выполнены комплексные программы различного уровня, в т.ч. университетские, инновационную образовательную программу (ИОП) и соответствуют приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники РФ.

Для развития научной инновационной деятельности в университете созданы: в 2002

году – Инновационно-технологический центр и первый в России на тот момент

ООО «Технологический инкубатор ТПУ» путем внесения в уставной капитал предприятия интеллектуальной

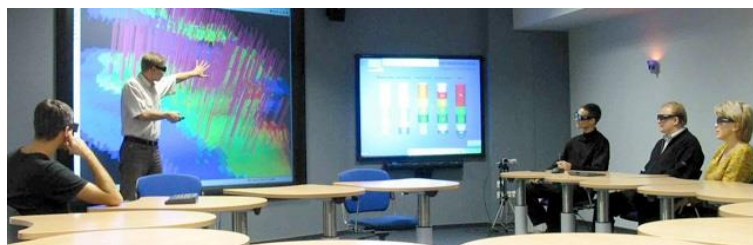
собственности университета.

Отработаны конкретные экономические и юридические схемы трансфера и коммерциализации РИД

университета, одним из

первых в России получено роялти от реализации лицензионного договора. ООО «Технологический инкубатор ТПУ» стал управляющей компанией Конструкторско-технологического бизнес-инкубатора Томской области

Зародившиеся в 60-х годах студенческие, конструкторские бюро при кафедрах и студенческий научный центр, созданный в 1983 г., положили основу развития инновационной деятельности студентов. В 2003 году был создан Студенческий бизнес-инкубатор. С 2009 г. Студенческий технологический бизнес-инкубатор (СТБИ) ТПУ работает в новых помещениях площадью более 700 кв.м. С 2003 года началось формирование «пояса» малых инновационных предприятий с использованием объектов



***Зал 3D визуализации в Международном Инновационно-научно-образовательном Центре профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ИПР ТПУ-совместный проект Herriot-Watt с Эдинбургским университетом (Великобритания). Защита магистерских диссертаций***

интеллектуальной собственности ТПУ, в том числе при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Томский политехнический университет является участником проектов ACCESSRU, FP7, TEMPUS и др. Университет сотрудничает с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в области безопасности и нераспространения ядерных материалов, физической защиты ядерных установок и культуры физической ядерной безопасности. Одной из задач КПП ТПУ было развитие международной деятельности и вхождение в мировое научно-образовательное пространство. В эти годы в университете создаются первые совместные международные лаборатории с партнерами из Франции, Германии, США, Японии, Китая, Великобритании и др.

В 2012 году Томский политехнический университет сохранил свои позиции в рейтинге ведущих университетов мира QS World University Rankings. ТПУ занимает позицию 601+. На сегодняшний день в мире насчитывается 20 тысяч университетов. Заняв место в топ-700 рейтинга QS, ТПУ вошел в 4% ведущих вузов мира. Среди 14 вузов России в рейтинге QS ТПУ занимает 10-ю позицию. То есть, учитывая, что в стране сегодня около 700 государственных вузов, ТПУ входит в 2% ведущих учебных заведений России.

**В 2014 г. Томский политех вошел в число вузов с лучшей репутацией в России. Международное рейтинговое агентство «Эксперт РА» впервые подготовило рейтинг репутации вузов России по техническим направлениям. Томский политехнический университет занял в этом рейтинге шестое место, его репутацию как одного из лучших технических вузов страны признали эксперты из 78 регионов страны.**

Впереди ТПУ в этом рейтинге три московских вуза — МГУ, МГТУ им. Баумана, МФТИ, а также Санкт-Петербургский и Новосибирский государственные университеты.

В 2013 г. в ТПУ открыт первый собственный инспекционно-досмотровый комплекс (ИДК) для крупногабаритных грузов, созданный на основе изобретенных политехниками бетатронов – ускорителей частиц, презентованных сегодня в Институте неразрушающего контроля ТПУ. Комплекс установили в здании площадью 300 квадратных метров .

Университет занимает лидирующее положение среди вузов РФ по объемам НИОКР, зарубежных контрактов, количеству опубликованных статей, полученных патентов и защитам кандидатских и докторских диссертаций. Объем НИОКР в 2012 г. – около 1,5 млрд. руб. **По объемам внебюджетных НИОКР, в т.ч. из зарубежных источников, ТПУ занимает 1 место в стране.**

Доля ТПУ среди вузов СФО по НИОКР составляет 21%, в т. ч. по внебюджетным средствам – 25%, а из зарубежных источников – 56%. Объем внебюджетных средств ТПУ среди вузов города и ТНЦ СО РАН, РАМН – 47%.

В ноябре 2012 г. ТПУ посетил председатель Правления компании ОАО «Газпром» А.Б. Миллер. Наиболее тесно и продуктивно университет взаимодействует с томской дочерней компанией ООО «Газпром трансгаз Томск». Объем НИОКР для «Газпрома» составляет 15% из общего объема ТПУ. Хорошо зарекомендовали себя и эффективно используются в ТПУ методы прогнозирования и разработки месторождений нефти и газа, технологии переработки нефти и газа, включая попутные газы и газовые конденсаты. Дана оценка и прогноз воздействия предприятий ОАО «Газпром» на состояние окружающей среды в Сибири, на Дальнем Востоке и в Арктике. Нами будут продолжены работы по поиску и разведке нефтегазовых месторождений на основе материалов современных мультиспектральных и радарных космических съемок; по рентген-тепловизионным методам контроля с использованием мобильного комплекса для дефектоскопии сварных соединений и труб большого диаметра для газопроводов; по новым методам обеззараживания и очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и др. Особое внимание глава ОАО «Газпром» уделил следующим разработкам и технологиям ТПУ: новым высокотехнологичным модульным светодиодным светильникам, лазерному сканированию для создания трехмерных моделей различных инженерно-технических объектов и технологии по нанесению теплосберегающих покрытий на листовое стекло.

В ТПУ открыта новая магистерская программа «Инжиниринг в биотехнологической и фармацевтической отрасли», созданная на кафедре ФАХ Института природных ресурсов ТПУ в рамках сотрудничества с ЗАО «Р-Фарм». Сегодня в рамках сотрудничества компании «Р-фарм» и ТПУ идет работа над подготовкой современных специалистов идет по нескольким направлениям: новая магистерская программа, совместный научно-образовательный центр, стипендиальная программа, программа стажировок в различных подразделениях компании, в том числе в США и Китае.

В ТПУ создан научно-образовательный центр для подготовки элитных специалистов для научно-исследовательской и инновационной деятельности в таких областях, как радиационные технологии, обращение с отработанным ядерным топливом, проектирование,



**Крупнейший электронный синхротрон, созданный в ТПУ**

эксплуатация ядерных энергетических установок, создание новых материалов ядерной техники. В Центре начали подготовку специалистов в рамках российско-вьетнамского проекта по подготовке специалистов для атомной отрасли.

В ТПУ работает Лаборатория технологического прогнозирования. За 2012 г. разработано 4 вероятных сценария перспективного развития проекта ЭНИН «Всерезимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем»; проведен анализ перспективности создания на базе ФТИ Центра ядерной медицины, выявлены препятствия и пути их решения, установлены способы взаимодействия разных сторон; установлено стратегическое партнерство с Геолого-географическим факультетом МГУ по экспертной оценке ключевой технологии «Рационального природопользования». Разработана первая версия дорожной карты «Стратегия ТПУ–2020», что является неотъемлемой частью на пути к достижению цели войти в ТОП-100 вузов по классификации QS.

За предыдущий год в ТПУ Опытное производство при ПКИ выполнило 16 проектных работ для сторонних заказчиков, в том числе для ОАО «ТомскНИПИнефть», ОАО ВНИПИЭТ, ООО «Норд Империл», ООО «Альянснефтегаз», ЗАО «Уралнефтесервис», ООО «Томскнефтехим». Всего привлечено внебюджетных объемов около 30 млн. рублей.

Университет является опорным вузом (ГК «Росатом», ОАО «РАО Энергетические системы Востока», ОАО «Газпром», ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы», ФГУП «Научно-производственное объединение по медицинским иммунобиологическим препаратам «Микроген», ОАО «ИСС» им. акад. М.Ф. Решетнева»). В 2012 году ОАО «Алроса» включила ТПУ в свою Программу геологоразведочных работ до 2018 г. Эта программа предполагает создание дистанционной основы поиска и разведки месторождений алмазов на основе мультиспектральных и радарных космических съемок. Центр входит в структуру Института природных ресурсов ТПУ и занимается обработкой материалов космосъемок. В 2012 году направлено более 50 заявок через технологические платформы на формирование тематик и объемов финансирования работ и проектов в рамках мероприятий федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2013 годы» на 2013 год.

В ТПУ ежегодно проводится около 300 молодежных научных мероприятий, в т. ч. более 30 – международного уровня. Ежегодно командировается более 200 студентов и молодых ученых для участия в конференциях, олимпиадах, конкурсах. Аспирантами и молодыми учеными ежегодно за счет грантов выполняется более 100 исследовательских стажировок

Студентами и молодыми учеными ТПУ ежегодно выигрывается 2 медали РАН, более 240 дипломов и более 260 стипендий на международных и российских научных

конкурсах, более 130 грантов на проведение исследований, в т.ч. в ведущих исследовательских центрах мира.

Сотрудниками, аспирантами и докторантами защищено 33 докторские (из них сотрудниками до 40 лет – 12) и 136 кандидатских (из них сотрудниками до 30 лет - 80) диссертаций. Эффективность работы аспирантуры и докторантуры – 52,2% от приема. В магистратуру зачислено 985 человек.

В течение последних 3х лет гражданами иностранных государств, аспирантами ТПУ, защищено 23 диссертации, в т.ч. докторская диссертация гражданином Японии. 21 аспирант ТПУ обучается по согласованным программам PhD-докторантур в партнерских университетах Германии, Франции, Италии, Венгрии и др.

Сотрудниками университета опубликовано 8622 публикации, в т. ч. 2782 статьи в научной периодике, индексируемой иностранными и российскими организациями (Web of Science, Scopus, Российский индекс цитирования), 258 монографий, в том числе 167 зарубежных.

Сотрудники университета участвовали в 454 конференциях, в т.ч. 295 международных и 126 зарубежных (США, Италия, Франция, Украина, Казахстан и др.). На базе университета проведена 81 научно-технических конференция, из них – 33 международных, в т. ч.: III Международный конгресс по радиационной физике и химии конденсированных сред, сильноточной электронике и модификации материалов пучками заряженных частиц и потоками плазмы; IFOST 2012, который собрал гостей из Китая, Кореи, Монголии, Индонезии, Бангладеша и других стран. Труды мероприятия будут представлены в индексируемой базе Scopus.

Свыше 500 экспонатов были представлены на 60 выставках, в т.ч. 22 международных и 21 зарубежных: Вьетнам, Германия, Казахстан, Корея, Китай, Таиланд, Украина, Швейцария. На выставке в Корее (ярмарка изобретений «SIIF-2012»), три разработки вуза получили 2 серебряных медали и Гран При Корейской ассоциации продвижения изобретений.

Выставочный Центр современных научных достижений ТПУ посетили 109 делегаций, в т.ч.: премьер-министр РФ В.В. Путин, посол Великобритании в России Тим Барроу, председатель Правления ОАО «Газпром» А.Б. Миллер, вице-президенты Сколковского университета науки и технологий М.Ю. Мягков и Эд Сайдел и др. По результатам посещения выставочного центра поступило 12 заказов на представленные разработки от российских и зарубежных заказчиков. Заключены договоры на 2,0 млн. руб. (Institute of Organic Chemistry, Bulgarian Academy of Science; University of Food Technology, г. Пловдив; ОАО «ННКЦ», г. Новоуральск и др.).

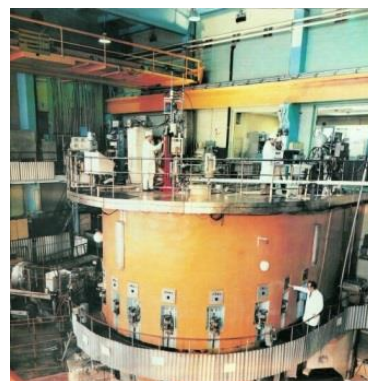
За последний год получено 187 патентов; на бухгалтерский баланс поставлено 17 объектов интеллектуальной собственности; заключено 10 лицензионных договоров; поданы заявки на получение 3 зарубежных патентов.

Объем НИОКР в рамках международных научных программ на 2012 г. составляет 180,1 млн. руб.

14 профессоров ТПУ ежегодно приглашаются Нобелевским комитетом к выдвижению номинантов на Нобелевскую премию.

#### **Главные научные достижения ТПУ в 2013 г.**

Сегодня ТПУ участвует в 24 технологических платформах и 14 программах инновационного развития госкорпораций. В 2013 году университет вступил в две новые технологические площадки: «Легкие и надёжные конструкции» и «Комплексная безопасность промышленности и энергетики», и в две новые ПИР: РКК «Энергия» и ФГУП «ВИАМ».



***Исследовательский  
ядерный реактор  
ТПУ***



В рамках Постановления Правительства РФ №218 в 2013 году поддержано 2 новых комплексных проекта: «Разработка и внедрение высокоэффективной технологии активно-пассивного контроля качества соединений, полученных методом сварки трением с перемешиванием» совместно с РКК «Энергия» на сумму 110 млн руб. и «Создание и постановка на производство нового вида щитовых проходческих агрегатов многоцелевого назначения — геоходов» совместно с ОАО «КОРМЗ» на сумму 90 млн. руб.

В 2013 году ТПУ выполнены крупные зарубежные контракты для Малайзии, Китая, Великобритании, Тайваня на поставку бетатронов на сумму более 25 млн руб. Заключён договор с Японией на 15 млн. руб. на разработку научных основ конверсии тетраоксида кремния в трихлорсилан импульсным плазмохимическим методом.

Компания ООО НИИ ТЭК «ТПУ-Бурение» (резидент ОЭЗ ТВТ «Томск») — лауреаты конкурса «Лидеры томского предпринимательства» за внедрение новых технологий, в 2014 году начинается строительство собственного производственного комплекса.

По итогам 2013 года сотрудниками вуза опубликовано свыше 10000 работ: монографий — 176, из них в зарубежных издательствах — 59; статей, докладов, тезисов докладов — около 9000, из них 3226 статей опубликовано в научной периодике, индексируемой иностранными и российскими организациями (Web of Science, Scopus, РИНЦ). В настоящее время 24 сотрудника университета имеют индекс Хирша 10 и выше.

В 2013 году Томский политехнический университет начал долгосрочное сотрудничество с ведущими международными компаниями «Эльзевир» и Thomson Reuters. Заключён договор на доступ к следующим электронным продуктам: базы данных SciVal Spotlight и SciVal Strata, реферативная и аналитическая база данных Scopus, база данных Web of Science.

Важнейшее направление по сближению с потенциальными потребителями, неизменно реализуемое университетом, — участие в выставочных мероприятиях в России и за рубежом. В 2013 году разработки ТПУ были представлены на 47 выставках (в т. ч. 14 зарубежных и 22 международных). Высокий уровень выставляемых инновационных проектов и разработок подтверждают 78 полученных наград, из них 41 медаль и 37 дипломов, в т. ч.:

• **3 медали на 41-й Международной выставке изобретений «Inventons Geneva», г. Женева, Швейцария:**

2 золотых медали за разработки «Всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем ЭЭС» и «Ионно-плазменная технология создания биосовместимых наноструктурных покрытий на основе оксинитридов титана и фосфатов кальция для медицинских имплантатов».

• **Специальный приз Тайваньской ассоциации изобретателей** за разработку «Ионно-плазменная технология создания биосовместимых наноструктурных покрытий на основе оксинитридов титана и фосфатов кальция для медицинских имплантатов».

• **Серебряная медаль** за разработку «МехВІОS – операционная среда реального времени» Международного салона изобретений «Конкурс Лепин» (г. Париж, Франция), и Бронзовая медаль за разработку «Гибридная система буферного накопления электроэнергии для систем автономного электроснабжения (ГСБНЭ)».

• **2 золотых медали на международной выставке «Передовые российские технологии»** в рамках Национальной ярмарки достижений науки и техники «NSTF-2013», г. Бангкок, Таиланд за разработки «Технологический комплекс очистки и обеззараживания хозяйственных промышленно-бытовых сточных вод» и «Гибридные материалы и покрытия для биоинженерии тканей».

Медальями РАН награждены молодые учёные Ф.А. Губарев, В.Д. Покровский, Д.Г. Прокопьев.

Научный коллектив из Томского политехнического университета под руководством П.А. Стрижака вошёл в число победителей X Общероссийского конкурса молодёжных исследовательских проектов в области энергетики «Энергия молодости».

Преподаватели ТПУ Е.Н. Пашков и Н.В. Мартюшев удостоены золотых медалей «Европейское качество» («European Quality») в области технических наук.

Впервые в истории ТПУ в 2013 году аспирант Энергетического института Александр Пак принял участие во встрече нобелевских лауреатов в области химии с молодыми учёными. Регулярные встречи нобелевских лауреатов с самыми перспективными молодыми учёными планеты проводятся в немецком городе Линдау с 1951 года.

#### **Наиболее значимые достижения ТПУ последних лет**

1. 19 молодых ученых и студентов получили медали и премии РАН.
2. Академики РАН Конторович А.Э. и Накоряков В.Е., профессора ТПУ, стали лауреатами Международной энергетической премии «Глобальная Энергия». Молодые ученые (Громов А.А., Толбанова Л.О. и Казаков А.В.) стали победителями Общероссийского конкурса молодежных исследовательских проектов в области энергетики «Энергии Молодости» фонда «Глобальная энергия».
3. 23 сотрудника университета удостоены звания «Заслуженный деятель науки РФ», 10 – «Заслуженный химик», 10 – «Заслуженный геолог РФ» и др.
4. GRAND PRIX «ТФИЕ» и приз «Золотая пальма» международной программы ЕЭС «Партнерство ради прогресса» (Франция) за развитие международного сотрудничества.
5. Зарегистрировано открытие «Явление упорядочения структуры кристаллов малыми дозами ионизирующего излучения»: Открытие РФ, диплом № 173 (Мамонтов А.П., Черданцев П.А., Чернов И.П.)
6. Четыре научные школы ТПУ, получили статус ведущих научных школ России (руководители академик РАН Панин В.Е., профессора Марков Н.Г., Коробейников А.Ф. и Шварцев С.Л.)
7. 16 сотрудников университета стали лауреатами премии Правительства РФ в области науки и техники. (Жерлицын А.Г., Диденко А.Н., Лапшин Б.М., Москалев Ю.А., Конторович А.Э., Лавринович В.А., Вавилов В.П., Гаврилов П.М., Кузнецов Г.В.: Высокоморная О.В., Глушкова Д.О., Захаревич А.В., Стрижак П.А., Сигов А.С., Сонькин М.А., М.М. Штейн.

#### **Стратегический путь ТПУ в будущее**

Перед нами стоит сложная задача пробиться в число ста лучших вузов планеты в довольно короткие сроки. По итогам конкурентного соперничества в 2013 году из первой сотни вузов России выпали лишь четыре университета.

Томский политехнический выбрал себе стратегический путь – стать сетевым междисциплинарным Центром превосходства в области ресурсоэффективности. После жесткого отбора, процедура которого еще не закончилась, мы определились с мега-проектами, на которых будем концентрировать ресурсы. То, в чем мы особенно сильны, где наши идеи и разработки имеют международный потенциал.

Чтобы нам, действительно, стать центром превосходства, мы должны предложить миру не пять-шесть интересных разработок, а трансформироваться в мощный «мозговой» центр, где помимо фундаментальных и прикладных исследований по «ресурсоэффективной» тематике велась бы работа по широкой популяризации этой темы, регулярно проводились бы форумы и конференции с привлечением лучших ученых и экспертов России и мира. Было бы интересно создать при ТПУ Центр изобретательства, который взял бы на себя функции привлечения и стимулирования изобретателей со всей Сибири, продвижения и коммерциализации их идей и разработок.



*Музей истории ТПУ*

Я уже говорил неоднократно, чтобы иметь представление о масштабности общей стоящей перед нами задачи, надо понять, что если за последние пять лет мы многие

показатели развития своего университета удвоили, то в предстоящие пять-шесть лет их надо еще утроить.

У нас нет иного пути, как наращивать свою конкурентоспособность на мировом научно-образовательном рынке. А для этого необходимо, чтобы наши образовательные программы соответствовали лучшим международным стандартам, чтобы исследования велись на мировом уровне. Это вопрос и дальнейшего развития, и сохранения вуза, как такового.

На мою ректорскую долю выпала возможность решать столь масштабные и трудные задачи. Отчетливо осознаю свою ответственность перед предыдущими поколениями политехников и перед поколениями будущими. И я буду делать для этого все возможное и невозможное, опираясь на сильный коллектив университета.

#### КРАТКАЯ СПРАВКА О ТПУ

##### Город-университет

Томский технологический институт, основанный в 1896 году как институт практических инженеров, является первым техническим вузом на обширной территории Азиатско-Тихоокеанского региона России. Вуз имеет богатейшие традиции в подготовке инженерных кадров высшей квалификации по широкому спектру направлений.

Более 160 000 специалистов - с момента основания вуза!

Национальный исследовательский Томский политехнический университет сегодня – это целый университетский городок. Развитую инфраструктуру университета составляют 31 учебный корпус площадью 200 000 квадратных метров, более 6 000 мест в 14 студенческих общежитиях, Научно-техническая библиотека, фонд которой превышает 2,7 миллиона книг, свыше 200 зон WiFi в корпусах вуза, 5500 персональных компьютеров, около 10 000 квадратных метров крытых спортивных сооружений, 550 мест в санатории-профилактории и центрах отдыха, около 1000 мест в университетских столовых и кафе, современные концертный, танцевальный залы и зал торжеств Международного культурного центра. Единственный в мире супер-компьютерный кластер ТПУ «СКИФ-политех», телекоммуникации обеспечивающие общение со всем миром.

В состав ТПУ входят **11 научно-образовательных и учебных институтов, 97 кафедр, 65 научно-исследовательских лабораторий**, в т.ч. **20 - международных**. На базе университета и учреждений РАН созданы и реализуют научно-образовательную деятельность **18 совместных кафедр и лабораторий**, успешно действуют **12 центров коллективного пользования**.

Число **научно-педагогических работников** университета составляет **2 367 человек**, из них **380 докторов наук и 1338 кандидатов наук, 24 заслуженных деятеля науки и техники, 22 члена РАН, 6 лауреатов Госпремии, 125 членов общественно-профессиональных академий, 18 лауреатов премии Правительства РФ**, из них **5 лауреатов премии Правительства РФ в области науки и техники для молодых ученых, 21 лауреат именных и международных премий, 3 лауреата премии Президента РФ**.

В вузе обучается **20 854 студента, 18,6%** составляют иностранные граждане. Ежегодно **на первый курс** университета поступают **около 3000** выпускников школ и других учебных заведений.

В ТПУ проходят подготовку 55 докторантов и 800 аспирантов. Консолидированный бюджет ТПУ – 7 млрд 228 млн руб.



**ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ – СОВРЕМЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР С  
ВЕКОВЫМИ ТРАДИЦИЯМИ**

**А.Ю. Дмитриев, директор ИПР**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*



**А.Ю.  
Дмитриев,**

Институт природных ресурсов – это передовой научно-образовательный центр, история которого имеет вековую традицию. Основан он на базе старейших отделений Томского технологического института имени императора Николая II (ныне Томский политехнический университет) – горного и химического, имеющих богатейшие традиции и сильные научные школы.

Будучи в своё время единственной от Урала до Тихого океана, Томская школа и теперь – одна из ведущих в стране. Первый выпуск горных инженеров в ТПУ состоялся еще в 1908 году. С тех пор он постоянно готовит специалистов для нефтегазодобывающей и химической отраслей, неизменно сохраняя преемственность поколений.

Сегодня в институте действуют научные школы, широко известные в России и за рубежом. Это Сибирская гидрогеохимическая школа (сегодня возглавляет ее профессор С.Л. Шварцев, Лауреат Государственной Премии СССР – ученик П. А. Удодова), Школа геологии и геохимии благородных металлов (профессор А.Ф.Коробейников), Сибирская научная школа в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (руководитель - профессор Л.Я. Ерофеев – ученик Д. С. Микова), Сибирская радиогеохимическая школа (профессор Л.П. Рихванов) и др. Из 35 тысяч выпускников Сибирской горно-геологической и химической школ более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 1 - лауреатом Нобелевской премии, более 50 – Лауреатами Ленинской и Государственной премий, 15 – академиками и членами-корреспондентами АН СССР (РАН), более 250 – докторами и более 1600 – кандидатами наук. За прошедшую вековую историю появились новые направления подготовки молодых специалистов. Институт (факультет) дал жизнь другим институтам, учебным и научным. Научно-педагогический потенциал, заложенный основоположниками отделений и развитый их последователями, всегда позволяли гибко реагировать на запросы времени.

Нашим современным студентам есть на кого равняться, и они чтят заслуги предыдущих поколений политехников, стремясь оставить и свое имя в славной истории вуза. Сегодня для их успешного старта в карьере в Институте природных ресурсов созданы все условия. Не случайно, он считается одним из ведущих в стране образовательных



**Учебно-научный центр  
«Исследовательский ядерный реактор»**



**Институт природных ресурсов  
(20 корпус ТПУ)**

учреждений, которые готовят не только специалистов для нефтегазовой отрасли, но и всех других направлений минерально-сырьевого комплекса. Наш институт – это около 4,5 тысяч студентов по всем формам обучения, 15 кафедр, 11 научных центров, 24 лаборатории, 4 отдела, 3 музея. Он имеет колоссальную научную базу. Здесь работают 28 академиков и членов-корреспондентов, 81 доктор и 204 кандидата наук. В Институте проводятся фундаментальные и прикладные исследования по всестороннему изучению и освоению недр Земли, а также рациональному использованию природных

ресурсов, в том числе по программам международного, государственного, отраслевого и регионального значения.



**Горно-геологический корпус  
(1 корпус ТПУ)**

В институте традиционно широко осуществляется интеграция с академической наукой, являющаяся неотъемлемой частью подготовки высоко-квалифицированных специалистов и направленная, прежде всего, на повышение уровня образовательного процесса.

Институт успешно осуществляет многоуровневую систему подготовки, в том числе подготовку бакалавров (восемь направлений), магистров (18 программ) и дипломированных специалистов (2 специальности на очной форме обучения и 2 – на заочной); готовит кандидатов наук

по 25 специальностям и докторов наук по восьми специальностям. Работают пять диссертационных советов, которые принимают к защите кандидатские и докторские диссертации по 14 специальностям.

В Институте природных ресурсов ведётся подготовка магистров по четырем программам уровня Double Degree:

-«Геолого-геофизические проблемы освоения месторождений нефти и газа» (Harrist-Watt University, Великобритания);

-«Экологические проблемы окружающей среды» (Paris-Sud 11 University, Франция),

-«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» (Harrist-Watt University, Великобритания).

-Pipeline engineering (Трубопроводный инжиниринг) (университет Ньюкасла, Великобритания).

Диплом ТПУ и диплом зарубежного вуза-партнера открывает перед нашими магистрами большие перспективы. Но и не только российские студенты заинтересованы в этих программах. Это хороший старт, уверен, за ними последуют и другие.

В институте созданы передовые лаборатории и уникальные инновационные центры для научных исследований и опережающей подготовки специалистов мирового уровня по наиболее актуальным проблемам минерально-сырьевого комплекса. Это Центр урановой геологии, Центр опережающей подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа, Центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела, Научно-инновационный центр космогеологических исследований «Космогеология», Лаборатория буровых и тампонажных растворов, Центр по исследованию нетрадиционных коллекторов нефти и газа, центр «Урановая геология» и другие.

Традицией Института природных ресурсов является тесная взаимосвязь науки и учебного процесса. Это позволяет готовить в ИПР на протяжении всех лет высококлассных творческих специалистов, которые широко востребованы и сегодня на производстве и в научных организациях, как в России, так и за рубежом. Достаточно сказать, что 7 студентов ИПР за научные работы награждены Медалями А Н СССР и Российской академии Наук. С 2004 г. по настоящее время 10 студентов ИПР выиграла звания «Лучший выпускник мира» по своей специальности. 30 студентов удостоены звания «Лучший выпускник России», 420 студентов в последние 40 лет награждены за научную работу Дипломами Минвуза СССР, а позднее РФ. Все это подтверждает высочайший уровень подготовки выпускников в ИПР.



**Научные исследования ведут аспиранты в Международном инновационном-научно-образовательном центре «Урановая геология» ИПР ТПУ на**



**Минералогический музей ИПР ТПУ**

Выбирая Институт природных ресурсов, наши студенты знают, что тем самым они гарантируют себе успешное будущее. Перспективы перед ними открываются огромные, нужно только старательно учиться. Что и говорить, свыше 95 процентов выпускников Института трудоустраиваются по распределению. И спрос на этих специалистов в настоящее время превышает предложение. В среднем на каждого выпускника приходится по 3-4 заявки от предприятий, на некоторых специальностях число заявок достигает 15!

Институт постоянно развивается. Совершенствуются учебные программы, приглашаются иностранные специалисты, разрабатываются новые программы повышения квалификации, открываются новые научно-исследовательские лаборатории. Только молодежных научных объединений в ИПР насчитывается до 14 в зависимости от научных направлений ИПР. Существенно

обновилась материально-техническая база, приобретено множество нового современного и уникального оборудования.

Большую роль в развитии института и университета играет поддержка партнеров. Так Томский политехнический университет стал опорным вузом в программе инновационного развития ОАО «Газпром» и одним из шести ведущих вузов программы инновационного развития ОАО «АК «Транснефть». Также нашими стратегическими партнёрами являются ОАО «Газпром трансгаз Томск», ОАО «Газпром нефть», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Алроса», ЗАО «СИБУР Холдинг», зарубежные компании ЗАО «Р-Фарм», Shell, Schlumberger, Nord Imperial и т.д.

Ведущие российские компании помогают нам не только в оснащении аудиторий и лабораторий, но и в грантовой поддержке лучших студентов и преподавателей, в стипендиях студентам, практике и трудоустройстве. К примеру, мы готовим к открытию новый научно-образовательный Центр «ХИМТЕК», созданный совместно с ЗАО «СИБУР», два года назад открыли Центр фармацевтической и биотехнологической промышленности в сотрудничестве с ЗАО «Р-Фарм», в прошлом году совместно с ОАО «Газпром» мы запустили уникальный виртуальный обучающий программный комплекс «Виртуальный промысел». В этом году закупили уникальный тренажер «Оператор добычи» для обучения рабочим профессиям наших студентов. Все это гарантирует выпускникам ИПР перспективу интересной работы, достойной зарплаты и карьерного роста, если они будут хорошо трудиться, и зарекомендуют себя грамотными, ответственными специалистами. Именно в тесном сотрудничестве с ведущими российскими компаниями мы можем подготовить высококлассных профессионалов.

Используя многолетние многоплановые традиции, опыт и невероятный потенциал Институт природных ресурсов за очень короткий срок стал одним из самых успешных и перспективных научно-образовательных структур Национального исследовательского Томского политехнического университета. Впереди у нас большие перспективы и немало планов по развитию института, а значит мы сможем написать еще немало достойных страниц в летописи института.



**Профессор С. Н. Харламов ведет занятие со студентами в Международной научно-образовательной лаборатории «Нефтегазовая гидродинамика и**



## Секция 1 ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

### КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

А.Д. Аламов

Научный руководитель ассистент Б.Р. Соктоев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Человечество, начавшее писать историю покорения космоса с 1957 года после запуска первого искусственного спутника Земли, практически за 60 лет успело оставить после себя отчётливый след, не только на самой планете, но и за ее пределами. Речь идёт о так называемом «космическом мусоре» – не представляющих уже научной ценности объектах искусственного происхождения, выступающих угрозой для действующих спутников и пилотируемых кораблей [3]. Засорение космического пространства началось сразу же после запуска первого искусственного спутника, вместе с которым на орбиту вышла последняя ступень ракетоносителя (РН). За годы космической эры на околоземных орбитах зарегистрировано свыше 20 тысяч объектов искусственного происхождения размером более 10 см, за которыми возможно слежение с помощью современных наземных средств. Прежде всего, это отработавшие верхние ступени РН и разгонные блоки, отслужившие свой срок космические аппараты (КА), в том числе отделившиеся от них в космосе элементы конструкции (переходники, крышки, пружинные толкатели и т.д.), а также многочисленные фрагменты, образовавшиеся в результате самопроизвольных взрывов или столкновений объектов. На данный момент в космосе находится около 7200 наблюдаемых искусственных объектов, причем лишь 5% – действующие КА, а остальные, по существу, являются «космическим мусором». При этом в расчет не берутся осколки в пределах 1 см и меньше, количество которых исчисляется сотнями тысяч и миллионами.

Среди основных технологических и экологических проблем, связанных с космическим мусором, можно выделить следующие [4]:

- 1) падение осколков и возможное столкновение с действующими КА;
- 2) негативное влияние на работу средств локации и аппаратуры на КА;
- 3) перегруженность геостационарной орбиты;
- 4) радиоактивное загрязнение околоземного пространства и атмосферы.

Остатки космических объектов в большинстве случаев не представляют опасности для людей, поскольку они сгорают в атмосфере, но они опасны для сверхзвуковой авиации, летающей на больших высотах. Однако, возможны и случаи, когда не сгоревшие в атмосфере обломки достигают поверхности Земли, как это случилось с американской орбитальной станцией (ОС) «Скайлэб», упавшей в малозаселенных районах Австралии 11.07.1979 г. Велика вероятность столкновения в открытом космосе с обломками, что может повлиять на безопасность полетов ОС и пилотируемых транспортных кораблей. Наиболее высокая концентрация фрагментов наблюдается на высоте от 300 до 1600 км, где вероятность столкновения КА с мелким осколком с каждым годом растет. При этом опасность представляет даже мельчайший осколок: например, частица диаметром 0,5 мм и со скоростью около 10 км/с может пробить космический скафандр, даже если он изготовлен из многослойного материала. О росте засорения космоса свидетельствует увеличение числа повреждений экспериментальных образцов. Так,

на основании данных о количестве сквозных пробоев в образцах алюминиевой фольги толщиной 10 и 20 мкм, экспонировавшихся на ОС «Салют-6» и «Салют-7», можно утверждать, что поток высокоскоростных частиц размером 0,001-0,003 мм на орбитах высотой 350 км за 5 лет возрос на 33% [4].

Космический мусор, помимо опасности столкновения, может негативно влиять на выполнение задач контроля космического пространства, создавая дополнительный фон для оптических, радиолокационных и других средств обнаружения, идентификации и сопровождения космических объектов, а также на работоспособность аппаратуры самих КА. Кроме того, световые отражения от осколков могут мешать работе астрономов [1].

Особое значение приобретает засорение зоны геостационарной орбиты в силу ограниченности ее размеров. С 1963 г. по настоящее время на эту орбиту запущено уже более 300 КА. При этом отдельные участки геостационарной орбиты из-за различных требований в космических линиях связи оказываются перегруженными и включают 15-30 КА на десятиградусной дуге орбиты. Положение работающих спутников на геостационарной орбите поддерживается в среднем с точностью  $\pm 0.1^\circ$  по долготе и широте, что соответствует отклонениям  $\pm 75$  км, апо высоте в пределах  $\pm 25$  км. Из-за дрейфа отработавших КА на орбите возможны их сближения на расстояния менее 10 км. Такие аварийные ситуации рассматриваются как один из факторов, ограничивающих использование геостационарной орбиты, поскольку возможны помехи в работе связных средств.

Наряду с механическим воздействием, космический мусор представляет собой потенциальный источник радиоактивного загрязнения в результате отказов и аварий на КА с радиоизотопными и ядерными энергоустановками. Так, в 1962 г. американский навигационный спутник «Транзит» с радиоизотопным источником энергии не смог выйти на орбиту. Устройство с  $^{238}\text{Pu}$  распалось в атмосфере и рассеялось по всему земному шару, увеличив втрое содержание этого изотопа в окружающей среде [5]. Все чаще специалисты высказываются за ограничение использования ядерных энергоустановок в КА на околоземных орбитах. Как считают эксперты, ядерные энергоустановки должны использоваться лишь для КА, направляемых в дальний космос, где нет иных источников энергии [4].

Все перечисленные проблемы ставят перед человечеством задачу поиска возможных путей решения. Учеными предложено много вариантов, которые в теории действенны, но экономически нерентабельны:

- 1) спутник с сетью и гарпуном (ElectroDynamic Debris Eliminator);
- 2) космические воздушные шары (Gossamer Orbit Lowering Device);
- 3) реактивный буксир (CleanSpaceOne);
- 4) солнечный парус (HybridSail);
- 5) перезагрузка низкой орбиты с вольфрамовой пылью, или стена замерзшей воды (Ballistic Orbital Removal System);
- 6) перенаправление с помощью лазера (Laser Orbital Debris Removal);
- 7) космический мусоровоз [2].

Проблема космического мусора достигла небывалых масштабов и требует согласования всех стран мира в свете международного статуса космоса и долгосрочных планов по изучению планет Солнечной системы.

#### Литература

1. Вениаминов С.С. Космический мусор – угроза человечеству. – М.: Ротапринт ИКИ РАН, 2013. – 208 с.

2. Как очистить орбиту от космического мусора. 2015. URL: <http://hi-news.ru/space/kak-ochistit-orbitu-ot-kosmicheskogo-musora.html> (дата обращения: 29.10.2015)
3. Космический мусор на околоземной орбите. 2015. URL: <http://www.3dnews.ru/916819> (дата обращения: 28.10.2015)
4. Мозжорин Ю.А., Чекалин С.В. Проблема «космического мусора» // Космос и экология. – М.: Знание, 1991. – С. 5-21.
5. Новиков Л.С. Основы экологии околоземного космического пространства. – М.: Университетская книга, 2006. – 83 с.

#### **ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Т.Г. Алименко, Ю.В. Митько**

Научный руководитель ассистент Ю.В. Митько

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель,  
Республика Беларусь*

В Беларуси выявлено более 7 тысяч месторождений, в которых представлено более 30 видов минерального сырья. Наиболее важными полезными ископаемыми в промышленном отношении являются калийные и каменные соли, нефть, торф, строительные материалы, подземные пресные и минеральные воды.

В настоящее время известно о 73-х месторождениях нефти, 70 из которых находятся в Гомельской области, 3 – в Могилевской. Извлекаемая нефть содержит попутный природный газ, растворенный в ней. Геологические запасы торфа составляют около 4 млрд т. Его месторождения расположены во всех областях страны. Выявлено два крупных месторождения горючих сланцев, рассматриваются возможность их добычи шахтным способом на Любанском и Туровском месторождениях.

Калийные соли относятся к наиболее ценным полезным ископаемым, которыми богаты недра Беларуси. В Припятском прогибе выявлены четыре соленосные толщи, залегающие в отложениях девона и перми. Наибольший практический интерес представляет верхнедевонская толща, которая распространена на территории, превышающей 14 тыс.км<sup>2</sup> и залегает сравнительно неглубоко (от 350 м и глубже). В настоящее время запасы каменной соли относятся к трем месторождениям – Старобинскому в Минской области, Давыдовскому и Мозырскому в Гомельской области. Мозырское месторождение разрабатывается методом подземного выщелачивания. Старобинское месторождение открыто попутно с разведкой калийных солей. В связи с выработкой основного сырья на первом Солигорском руднике в 1991 г. началась добыча каменной соли (пищевой, кормовой и технической) шахтным способом.

В Беларуси разрабатываются доломиты верхнего девона. Наиболее мощные толщи доломита коренного залегания известны недалеко от Витебска – месторождение Руба. Месторождение разрабатывается открытым способом.

Ресурсы строительных материалов включают: сырье для производства цемента и извести, строительный и облицовочный камень, пески строительные, кварцевые (стекольные и формовочные), песчано-гравийные смеси, глины керамические, тугоплавкие и для производства легких заполнителей, каолины и другое строительное сырье. Месторождения строительных материалов встречаются

практически во всех районах Беларуси. Добываются они также открытым способом.

Любой способ добычи полезных ископаемых значительно влияет на природную среду. Особое влияние испытывает верхняя часть литосферы. При любом способе добычи происходит значительная выемка пород и их перемещение. Первичный рельеф заменяется техногенным. Откачка воды из карьеров и шахт создает обширные депрессионные воронки, зоны снижения уровня водоносных горизонтов. При карьерной добыче диаметры этих воронок достигают 15-20 км, площади – 200-300 км<sup>2</sup>. Проходка шахтных стволов приводит также к соединению и перераспределению вод между ранее разобщенными водоносными горизонтами, прорывами мощных потоков воды в туннели, забои шахт, что значительно затрудняет добычу. Истощение фунтовых вод в районе горных выработок и осушение поверхностных горизонтов сильно влияют на состояние почв, растительного покрова, величину поверхностного стока, обуславливают общее изменение ландшафта. Создание крупных карьеров и шахтных полей сопровождается активизацией различных инженерно-геологических и физико-химических процессов:

- 1) возникают деформации бортов карьера, оползни, оплывины;
- 2) происходит оседание земной поверхности над отработанными шахтными полями. В скальных породах оно может достигать десятков миллиметров, в некоторых осадочных породах десятков сантиметров и даже метров;
- 3) на соседних с горными выработками площадях усиливаются процессы эрозии почв, оврагообразования;
- 4) в выработках и отвалах активизируются во много раз процессы выветривания, идет интенсивное окисление рудных минералов и их выщелачивание, во много раз быстрее, чем в природе, идет миграция химических элементов;
- 5) в радиусе нескольких сот метров, а иногда и километров, происходит загрязнение почв тяжелыми металлами при транспортировке, ветровом и водном разносе, почвы также загрязняются нефтепродуктами, строительным и промышленным мусором. В конечном счете, вокруг крупных горных выработок создается пустошь, на которой растительность не выживает.

Исходя из горно-геологических условий залегания полезных ископаемых, в Беларуси применяются скважинный, карьерный и шахтный способы разработки месторождений.

С помощью буровых скважин производится разработка месторождений пресных и минеральных подземных вод, поваренной соли (методом подземного растворения) и добыча нефти.

Открытый способ добычи твердых полезных ископаемых является наиболее распространенным в стране. Карьерные разработки оказывают воздействие на атмосферу в результате взрывов при горных работах, шума от действующих механизмов, поступления в окружающую среду разнообразных газов, пыли, аэрозолей. Кроме того, вскрываются водоносные горизонты, располагающиеся над толщей полезного ископаемого, что приводит к изменению водных условий прилегающих территорий, изменяет режим водотоков.

Подземный (шахтный) метод разработки, применяемый на Старобинском месторождении калийных солей, привел к значительной трансформации природных ландшафтов. В Солигорском промышленном районе зафиксированы просадки земной поверхности, наблюдается деформация пород над горными выработками и под солеотвалами, проявляется техногенный соляной карст и отмечается повышенная сейсмическая активность, обусловленная обрушением старых



выработок.

#### Литература

1. Кадацкая О.В. Состояние природной среды Беларуси / Кадацкая О.В., Санец Е.В. - Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 2009;
2. Хохряков В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых / Учеб. для техникумов,- 5-е изд. – М: Недра, 1991 г.

#### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОРНОЙ ДОБЫЧИ (НА ПРИМЕРЕ Г. АБАЗА)

**П. И. Арокина, В.И. Чиркова**

Научный руководитель доцент М. Л. Махрова

*ФГБОУ ВПО Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

В настоящее время многие жители мегаполисов считают, что малые города имеют преимущественно благоприятные экологические условия жизни. На самом же деле, спецификой многих малых городов является концентрация всей жизнедеятельности населения и экономического достатка вокруг одного или сразу нескольких крупных предприятий промышленности, наличие которых не гарантирует высокие показатели экологического благополучия. К числу таких городов относится город Абаза Республики Хакасия, который расположен в четко выраженном расширении долины реки Абакан, делящей город на две части. В левобережной, в основном, сосредоточены объекты экономики и проживает большая часть населения города (около 80%). Численность населения муниципального образования составляет 16009 человек (по статистическим данным 2015 года). Горнодобывающая промышленность - основная градообразующая составляющая городского округа, специализируется на добыче и обогащении железных руд. Размещение горнодобывающего предприятия вблизи г. Абаза позволило городскому округу развиваться как индустриальный центр юга Республики Хакасии.

На территории Таштыпского района на северо-восточных отрогах Западного Саяна, в непосредственной близости от г. Абаза расположено Абаканское железорудное месторождение, известное с 1865г, которое входит в состав Анзасско - Абаканского железорудного района. Происхождение контактово - метасоматическое, скарновое. Длина рудной зоны - 1,3 км при ширине до 220м у поверхности и до 400-500 м на глубине. В пределах рудной зоны выделяются 4 крутопадающих рудных тела (Главное, III, IV, V), которые залегают согласно с напластованием вмещающих пород, расчлененных многочисленными разрывными нарушениями с амплитудой перемещений до 50 м. Протяженность рудных тел по простиранию - 550-1000 м, по падению 430-1150 м при мощности 14-60 м. Рудные тела Главное и III составляют верхний этаж месторождения, а рудные тела IV и V - нижний этаж. Месторождение разведано до глубины 1200-1300 м от поверхности. Площади, занятые рудами в пределах основных рудных тел достигают размеров 30-43 тыс. кв. м, что позволяет обеспечить годовую производительность по добыче сырой руды до 3,5 млн. т. Руды сложены магнетитом, хлоритом, кальцитом и кобальтосодержащим пиритом. Руды легкообогатимые, в основном, магнетитовые. Государственным балансом РФ по месторождению учтено 111,9 млн. т запасов по

категориям А+В+С, 8,7 млн. т - по категории С2 и 1,4 млн. т - забалансовых запасов [4].

Добыча ведется филиалом ОАО «Евразруда» шахтным способом. Промышленный продукт (с содержанием Fe 47,5%) направляется для дальнейшего обогащения на обогатительно-агломерационную фабрику в г. Абаза. Руда обогащается двухстадийной сухой магнитной сепарацией [2].

Масштабы воздействия на природу такого производства велики и характеризуются активным использованием природных ресурсов, ростом отходов производства и снижением качества окружающей среды. Горное производство оставляет после себя отвалы, сложенные раздробленными породами, вмещающими руды, убогими рудами, которые экономически невыгодно перерабатывать, а также продуктами переработки промышленных руд - отходами обогащения [3]. Расположение отвалов Абаканского железорудного месторождения находится на расстоянии примерно 1,5 км от г. Абаза и составляет, по произведенным нами подсчетам, приблизительно площадь 25,8 га.

Для развития горнодобывающей промышленности характерно изменение природного ландшафта, а также нарушение взаимосвязей всех его компонентов. Степень изменения и нарушения компонентов варьируется в зависимости от местоположения предприятия, технологии добычи и качества используемого технического оборудования, отсюда и вытекают многие геоэкологические проблемы. Для сохранения естественного состояния природных экосистем и защиты природы, а так же здоровья жители близлежащих городов от негативного влияния, основной задачей ОАО "Евразруда" в вопросах природоохранной деятельности является организация работы по сохранению благоприятной окружающей среды, соблюдение законодательных, кардинальных требований экологической безопасности и других требований в вопросах экологии и контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, выполнение всех установленных нормативов по выбросам, сбросам и лимитам на размещение отходов производства и потребления. Ежегодно на предприятие составляется план природоохранных мероприятий, направленный на поддержание существующего природоохранного оборудования. По итогам 2014 года на выполнение природоохранных мероприятий затрачено 127 694,62 тыс. руб., в том числе: затраты на мероприятия, обеспечивающие охрану атмосферного воздуха – 11 494,43 тыс. руб.; затраты на мероприятия, направленные на обращение с отходами производства – 24 947,69 тыс. руб.; затраты на охрану и использование водных ресурсов – 8 198,20 тыс. руб. и др. [1].

#### Литература

1. Годовой отчет за 2014 год ОАО "Евразруда"
2. Горная энциклопедия. Абаканское месторождение. URL: <http://www.mining-enc.ru/a/abakanskoe-mestorozhdenie/>
3. Производство медного концентрата из отходов железорудного производства. URL: <http://www.hintfox.com/article/proizvodstvo-mednogo-kontsentrata-iz-othodov-zhelezorydnogo-proizvodstva.html>
4. Энциклопедия "Хакасия" (Хакаско - Минусинская котловина): в 5т. - Э 61 Абакан: Хакаское книжное издательство, 2015. - 412 с.

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОСФЕРУ  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРИОЛИТОЗОНЫ  
(НА ПРИМЕРЕ Г.ЧИТА)**

**А.А. Банщиков**

Научный руководитель доцент Л.А. Васютин  
*Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия*

Территория исследований представляет урбанизированный участок Читино-Ингодинской впадины и характеризуется среднегорным рельефом, основными формами которого являются хребты Яблоновый и Черского, ориентированные в северо-восточном направлении, и Читино-Ингодинская межгорная впадина. Максимальная абсолютная отметка равна 1078 м (хребет Черского); минимальная – приурочена к устью р.Чита и составляет 638 м. Речная сеть относится к бассейну р. Амур. Наиболее крупными водотоками являются р. Ингода с её левым притоком р. Чита. В черте города расположены два озера – Кенон и Угдан. Озеро Кенон расположено в центральной части впадины в междуречье рр. Ингода и Чита, водосборная площадь озера составляет 227 км<sup>2</sup>. Бессточное озеро Кенон является одним из самых крупных водоемов в верхней части бассейна р. Амур. После пуска в эксплуатацию Читинской ТЭЦ-1 вода в озере используется для охлаждения турбин, а также гидрозолоудаления. В 2,5 км к северу от оз. Кенон расположено высохшее бессточное грязевое оз.Угдан, ранее представлявшее собой небольшой водоем, содержащий лечебные грязи.

Особенности формирования агломерации г. Чита и ее воздействия на криолитозону, в условиях глобального изменения климата оказали существенное влияние на состояние подземных и поверхностных вод в ее пределах в целом и, в особенности, в черте селитебных и промышленных территорий. Из всех элементов окружающей среды поверхностные и подземные воды обладают наибольшей динамичностью и скоростью ответной реакции на техногенные воздействия [1, 2]. Особенно это актуально для урбанизированных территорий в пределах криолитозоны, где динамика изменений качества подземных вод имеет тесную взаимосвязь с динамикой изменения площади распространения и строения многолетнемерзлых пород.

Полученные данные по состоянию поверхностных вод позволяют выделить три основных источника их загрязнения. Для рек Ингода и Чита это, во-первых, сброс сточных вод с городских очистных сооружений. Показателями загрязнения являются аммоний, нитриты, нитраты, фосфор, а также сульфаты, хлориды и рост общей минерализации. Уровень загрязнения нестабилен и колеблется в зависимости от соотношения расходов рек и объемов сбрасываемых стоков. Вторым источником загрязнения подземных и поверхностных вод служит гидрозолоотвал Читинской ТЭЦ-1, в зоне влияния которого находятся р. Кадалинка и озеро Кенон. Очистных сооружений ТЭЦ-1 не имеет. Загрязненные стоки направляются в городские очистные сооружения и в систему гидрозолоудаления [2]. Золошлаковые отходы складываются в золоотвале, расположенном 3,0 км северо-западнее ТЭЦ-1 в естественной котловине чашеобразной формы. Показателем загрязнения является рост концентраций макро- и микрокомпонентов, минерализации. Химическое и тепловое загрязнение озеро Кенон происходит и в результате прямого сброса технологических вод ТЭЦ-1.

Площадным и потому масштабным по воздействию на поверхностные воды источником загрязнения, является селитебная территория, сток с которой, особенно в периоды дождей, приводит к росту концентраций сульфатов, биогенных элементов (азот, фосфор) и перманганатной окисляемости вод. Техногенная

нагрузка на акваторию оз. Кенон и прилегающие территории зависит от многих факторов – воздействия объектов промышленности, селитебных территорий, железнодорожных и автомобильных магистралей, расположенных в пределах водосборной площади. При рекогносцировочном обследовании установлено порядка 20 хозяйствующих субъектов, которые в различной степени являются источниками техногенного воздействия на оз. Кенон и его водосборную площадь. Первоначальный гидрокарбонатный состав воды в озере к настоящему времени сменился на сульфатно-гидрокарбонатный, минерализация и жесткость повысились в 2 раза, содержание сульфатов – в 2,5 раза. Ореол загрязнения подземных вод сульфатами вокруг золоотвала развивается в юго-западном направлении в сторону р. Кадалинка и озера Кенон, его площадь в настоящее время составляет около 11 км<sup>2</sup>.

Город Чита является крупнейшим водопотребителем в Забайкальском крае с суммарным водоотбором около 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут, водоснабжение осуществляется за счет подземных вод. Эксплуатация подземных вод производится групповыми водозаборами и одиночными скважинами, размещенными в пределах города. Практически повсеместно в подземных водах отмечается превышение предельно-допустимых концентраций по железу и марганцу, которое носит природный характер. Установлено, что заметному загрязнению подвергаются подземные воды в зоне влияния гидрозолоотвалов, городских очистных сооружений, предприятий на Большом Острове, Читинской автобазы, канализационно-насосной станции, расположенной на правом берегу р. Чита.

Подземная и поверхностная гидросфера Читинской городской агломерации, начиная с 60-х годов прошлого века, испытывают всё возрастающую нагрузку от воздействия технического прессинга и загрязнения окружающей среды. За период интенсивной урбанизации криолитозона в пределах г. Чита деградировала [4]. Это привело к формированию новых путей транзита теплового, химического загрязнения гидросферы, изменению геотермического поля криолитозоны. Эти изменения являются источником ухудшения экологических условий. В настоящее время, когда деградация криолитозоны достигла максимальных значений, площадь загрязнения подземных вод увеличивается. Основной причиной регионального загрязнения грунтовых вод являются урбанизованная территория, объекты энергетики и транспорта. Совокупность воздействий техногенных объектов трансформирует гидродинамическое и гидрохимическое состояния гидросферы г. Чита.

#### Литература

1. Васютин Л.А. Особенности современного техногенного воздействия на качество подземных вод читинской агломерации // Вестник ЗабГУ. Чита, 2013. № 01. С. 19–26.
2. Замана Л. В., Усманова Л.Т., Усманов М.Т. Гидрохимия отстойника золоотвала Читинской ТЭЦ-1 и состав подземных вод в зоне его инфильтрационного влияния // Вестник БГУ. - № 3. - Улан-Удэ: БурГУ, 2010. - С. 28-33.
3. Итигилова М.Ц. Экология городского водоема / М.Ц. Итигилова, А.П. Чечель, Л.В. Замана и др. – Новосибирск: СО РАН, 1998. – 260 с.
4. Шестернев Д.М., Васютин Л.А. Трансформация геолого-геокриологической среды в процессе урбанизации г. Чита // Вестник ЗабГУ. Чита, 2014. № 3. С. 57–67.

**АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТРАБОТАННЫХ ЖИРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ****Д. А. Викулина**Научный руководитель доцент Н.Б. Ермак  
*Кемеровский государственный университет, г. Новокузнецк, Россия*

С ростом населения городов и развитием сети предприятий питания увеличился объем поступающих в окружающую среду жиросодержащих отходов. При пищевой обработке изменяется качество органических жиров за счет нагрева, гидрогенизации и включения посторонних частиц, поэтому при попадании в окружающую среду, они могут стать причиной загрязнения поверхностных водоемов, почв, воздуха.

Жиросодержащие отходы относятся к четвертому классу опасности, поэтому подлежат обязательному сбору и утилизации путем переработки или складирования на полигонах. В настоящее время наиболее отработана схема сбора и складирования жиров, образующихся при фритюрной обработке продукции или вместе с пищевыми отходами. Часть их может быть переработана с получением биодизеля, а наиболее загрязненные фракции размещаются на полигонах в специальных емкостях. При нарушении требований к утилизации, несанкционированном складировании такие жиры могут поступать в природные воды и почву.

Большое количество отработанных жиров поступает в системы канализации при мытье продуктов и посуды. В качестве предупреждающей меры, предприятиям питания Роспотребнадзором предписывается использовать жиρούловители. При этом образуются жиросодержащие отходы, включающие большое количество органических примесей, требующие специальной утилизации методом деструкции или захоронения на полигонах.

Одно предприятие на 30 посадочных мест образует в год 43 м<sup>3</sup> таких отходов [1]. В настоящее время жиρούловителями оснащено около 5% предприятий питания г. Новокузнецка. Следовательно, большое количество отходов поступает в окружающую среду.

Сточные воды предприятий общественного питания, сбрасываемые без соответствующей очистки в городскую канализационную сеть, часто являются причиной ее засорения. В наибольшей степени этому способствует отложение жиров и коллоидных частиц на стенках труб, приводящие к уменьшению их сечения. При этом происходит разложение белковых соединений с выделением сероводорода и других веществ, имеющих неприятный запах [1].

При попадании со сточными водами в водоемы, жиросодержащие отходы вызывают изменение физических свойств среды (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление неприятных запахов и привкусов и т.п.); изменение химического состава, в частности появления в ней вредных веществ; появление взвешенных веществ на поверхности воды; сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его на окисление поступающих в водоем органических веществ загрязнения [2].

Под действием физико-химических и биологических факторов внешней среды жиры подвергаются химическим изменениям. Микроорганизмы могут осуществлять гидролиз жиров, при участии ферментов липаз, что приводит к разложению на глицерин и свободные жирные кислоты. Продукты гидролиза подвергаются дальнейшим превращениям. Глицерин используется многими микроорганизмами и может быть полностью окислен до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O.



Жирные кислоты окисляются медленнее, но и они, в первую очередь ненасыщенные, постепенно окисляются. Некоторые микроорганизмы, помимо липолитических ферментов (липаз), обладают окислительным ферментом - липоксигеназой, катализирующей процесс окисления кислородом воздуха некоторых ненасыщенных жирных кислот. В результате образуются перекиси жирных кислот, легко подвергающиеся дальнейшему окислению с образованием различных промежуточных продуктов кето- и оксикислот, альдегидов, кетонов и других, придающих жиру специфические неприятные вкус (прогорклость) и запах. В избыточном количестве эти вещества в избыточном количестве могут оказывать на живые организмы токсический, раздражающий, нейротоксический и канцерогенный эффект.

Первичные критические нарушения в функционировании живых организмов под действием загрязняющих веществ, поступающих в с отработанными жирами в водоем, возникают на уровне биологических эффектов: после изменения химического состава клеток нарушаются процессы дыхания, роста и размножения организмов, возможны мутации и канцерогенез; нарушаются движение и ориентация в водной среде. Морфологические изменения нередко проявляются в виде разнообразных патологий внутренних органов: изменений размеров, развития уродливых форм. Особенно часто эти явления регистрируются при хроническом загрязнении.

В результате загрязнения природных вод они оказываются непригодными для питья, купания, водного спорта и технических нужд [3].

Одним из основных санитарных требований, предъявляемых к качеству воды, является содержание в ней необходимого количества кислорода. Поверхностно- активные вещества - жиры, масла, смазочные материалы - образуют на поверхности воды пленку, которая препятствуют газовому обмену между водой и атмосферой, что снижает степень насыщения воды кислородом.

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что отработанные жиросодержащие отходы предприятий питания оказывают негативное воздействие не только на водные объекты, почву, воздух, но и на их обитателей приводя к изменению на химическом и морфологическом уровне.

#### Литература

1. Викулина Д.А. Анализ проблемы образования и утилизации отходов жироловителей предприятий питания /Д.А. Викулина// электронный сборник статей НФИ КемГУ – 2015. – С. 127-131.
2. Львович М.И. Вода и жизнь [Текст] – М: Мысль, 1986. – 254 с.
3. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России [Текст]. - М: Финансы и статистика, 2001 г.- 690 с.

#### **ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ**

**Роотс В.А., Воробьев В.И.**

Научный руководитель доцент А.Н. Третьяков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

**Введение.** В настоящее время автомобильный транспорт играет важнейшую роль в больших развитых странах, транспорт обеспечивает экономический рост и развитие государства. Но развитие транспорта не может обойтись без проблем,

которые требуют эффективное решение. Основная проблема автомобильного транспорта, это экологическая проблема, затрагивающая все страны мира.

Важность этой темы обусловлена возрастающим количеством автотранспорта и решением проблемы его воздействия на окружающую среду и здоровье людей.

1. Основные химические вещества, содержащиеся в выхлопных газах автотранспорта. Во время работы автомобиля, при сгорании топлива образуются нетоксичные и токсичные вещества. Токсичные вещества являются продуктом сгорания. К токсичным веществам относятся угарный газ, углеводород и оксид азота(II). Помимо этих веществ отрицательное влияние на здоровье человека оказывают такие соединения как свинец, сажа, альдегиды и канцерогенные вещества [1].

2. Воздействие автотранспорта на окружающую среду и здоровье человека. Автотранспорт идет впереди по объему перевозок, но также и лидирует по выбросам негативных веществ, а точнее: загрязнения окружающей среды – 95%; шум – 49,5%; воздействие на климат – 68%.

Отработавшие газы автотранспорта и топливо влияют на здоровье населения по-разному, самым токсичным веществом является свинец и его соединения. В случае отравления угарным газом проявляются симптомы, такие как: головная боль, рвота, боли в животе, учащенное сердцебиение и сонливость. При отравлении страдают в большей степени водители, работники служб движения и пешеходы [2].

Токсичные вещества приводят к нарушению роста растений, снижению урожаев и потерям в животноводстве. Для растений особую опасность несут: оксид азота, этилен, диоксид серы. Наиболее опасны участки земли вдоль дорог, на этих участках садятся только принимающие на себя токсичные вещества виды растений.

Грунтовые участки также несут большую часть повреждений из-за утекания топлива, масел и прочих веществ. Также подвергаются опасности поверхностные воды, которые из-за попадания углеводорода затрудняют окислительные процессы, это негативно сказывается на живых организмах и портит качество воды.

При жаркой, солнечной погоде вещества и углеводород из-за химических реакций образуют смог, а точнее вещества, которые вызывают раздражение слизистой оболочки глаза [3].

Фактор, который также негативно воздействует на окружающую среду, это шум. Шум зависит от скорости и направления автотранспорта, местности, температуры, влажности и наличия шумоподавляющих строений [4].

3. Основные направления экологической безопасности автотранспорта. В развитых странах существуют правительственные органы, которые занимаются изучением экологическими проблемами, выдвигают требования к производителям и потребителям. Это все формулируется для минимального воздействия на окружающую среду. Тревожность всего мира, развитые государства набирают обороты по составлению документов, по защите окружающей среды.

Данная проблема очень сложная, кропотливая и дорогостоящая. Потому что, увеличивается производство автотранспорта и останавливаться не будет, а значит, вопрос о снижении процента выбросов токсичных веществ должен увеличиться в разы.

Специалисты, отвечающие за решение этой проблемы, считают это решаемым. К этому всему, предлагают четыре работы, которые могут сделать автотранспорт экологически безопасным [5].

1. Улучшение двигателя внутреннего сгорания (ДВС);



2. Использование альтернативного топлива;
3. Автотранспорт с комбинированной энергетической установкой (КЭУ);
4. Улучшение электромобиля.

**Заключение.** Экологические проблемы, связанные с использованием моторного топлива в двигателях автотранспорта, актуальны для стран всего мира, также приняты жесткие меры по экологизации транспорта.

На сегодняшний момент зарубежные моторостроительные компании поставили цель на достижение нулевой токсичности отработанных газов. Из-за их многолетнего опыта можно понять, что добиться этого можно только в случае использования альтернативных видов топлива.

Из этого можно сделать вывод, все вышесказанное доказывает о необходимости принятия масштабных мер по нейтрализации негативных последствий от автомобилей. Поэтому, стоит проводить экологическую программу, по таким направлениям:

- Введение результатов работ, по снижению токсичности двигателей;
- Замена нефтяных топлив на сжиженный природный газ, из углеводородных топлив как наиболее чистого;

От решения этой проблемы зависит многое, в первую очередь, сохранение окружающей среды.

#### Литература

1. Ляченков Н.В., Тарабрин О.А. Этапы развития аэрокосмической промышленности и автомобилестроения: Учебное пособие. Москва. МАИ. - 2004 г. (дата обращения 03.11.2015)
2. Петрунин В.В. Плата за негативное воздействие на окружающую среду в 2006 году // Финансы. – 2006. – 130 с. (дата обращения 03.10.2015)
3. Руденко Б. Цена цивилизации // Наука и жизнь. – 2004. – 227 с. (дата обращения 03.10.2015)
4. Суэтин А. Мир сегодня и завтра. Вопросы экономики. – 2006. – 178 с. (дата обращения 03.10.2015)
5. Учебный центр [Электронный ресурс] (дата обращения 03.10.2015)  
<http://u-center.info/libraryschoolboy/researchair/rabota-8-035>

### ПРОБЛЕМЫ ОГРАНИЧЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОД ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ

**Н. В. Гатина**

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Инженерная инфраструктура является наиболее жизненно важным элементом любого современного города. По её состоянию можно судить об уровне развития и текущем состоянии дел во всей сложной системе городского хозяйства. Инженерная инфраструктура представляет собой совокупность систем водоснабжения, канализации, электроснабжения, газоснабжения и теплоснабжения.

Обязательной частью любого такого объекта, который влияет на окружающую среду и здоровье человека, является санитарно-защитная зона [1].

Земельное законодательство, правила и нормативы устанавливают на ограничение использование площадей санитарно-защитных зон.

Для передачи электроэнергии используют систему энергетического оборудования-линии электропередач [2]. Вокруг проводов линий электропередач создаются электрическое и магнитное поля промышленной частоты, которые распространяются на десятки метров. В связи с вредным воздействием электромагнитного поля на здоровье человека, использование территорий, находящихся в зоне линий электропередач, регулируется с помощью охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых видов использования земельных участков в границах этих зон.

Часть поверхности участка земли и воздушного пространства занимают охранные зоны, которые устанавливают вдоль линий электропередач (высота соответствует высоте опор линий). Они ограничены двумя параллельными вертикальными плоскостями, которые находятся по обе стороны линии электропередачи от крайних проводов при не отклоненном их положении, на расстоянии, приведенном в табл. 1.

Таблица 1

Размеры охранных зон

№	Проектный номинальный класс напряжения, кВ	Расстояние, м
1	1-20	10 (5 - для линий с самонесущими или изолированными проводами, размещенных в границах населенных пунктов)
2	35	15
3	110	20
4	220	25
5	500	30

Согласно статье 1 Градостроительного кодекса Российской Федерации санитарно-защитные зоны относятся к зонам с особыми условиями использования территорий. В случае, если Земельные участки включены в состав зон, они не изымаются. В их границах запрещается проводить виды деятельности, которые не соответствуют целям установленных зон, то есть, вводится особый вид использования.

Зоны с особыми условиями использования территорий отображаются в документах градостроительной деятельности (правила землепользования и застройки, схемы территориального планирования, проекты планировки).

А также сведения о таких зонах (вид разрешенного использования, границы объекта недвижимости, его кадастровый номер и дата внесения в государственный кадастр недвижимости, площадь, категория земель) вносятся в государственный кадастр недвижимости [4, 5].

В последние годы в России все активнее разворачивается строительство. В городах расширяется многоэтажная застройка, возводятся торговые центры, оборудуются автостоянки и т.д. Развитие инфраструктуры говорит о росте городов, вот только при всей положительной динамике не учитывается один очень важный фактор - безопасность.

Нарушение охранной зоны электрических сетей в последние годы стало серьезной проблемой [3]. Одной из главных причин нарушений охранных зон ЛЭП является строительство различных объектов. И далеко не всегда застройщики учитывают требования законодательства, запрещающие любые виды работ в

охранных зонах, что приводит к несоблюдению условий эксплуатации объектов электросетевого хозяйства, не обеспечивается безопасность населения, существует возможность сноса объектов капитального строительства, в том числе жилых, садовых и дачных строений, расположенных в охранных, санитарно-защитных зонах [6].

Исходя из всего выше сказанного, можно утверждать, что возведение различных объектов под высоковольтными линиями является риском для жизни и здоровья людей, а также для личного имущества граждан и организаций. С целью предупреждения опасных ситуаций необходимо вести плановую работу по выявлению самовольных построек в охранных зонах линий электропередачи и разработать комплекс мероприятий, который позволит создать «живой» алгоритм взаимодействия земельного контроля с органами прокуратуры Российской Федерации, осуществляющими надзор в сфере электроэнергетики.

#### Литература

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 13.07.2015), п. 4 ст. 1.
2. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 05.10.2015), п. 7, ст. 95.
3. Кодекс РФ об административных правонарушениях (КоАП РФ) от 30.12.2001 N 195-ФЗ, п. 2 ст. 7.2.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. N 1033 «О порядке установления охранных зон объектов по производству электрической энергии и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон»
5. Федеральный закон от 24.07.2007 N 221-ФЗ (ред. от 27.12.2009) «О государственном кадастре недвижимости»
6. Федеральный закон от 18.06.2001 N 78-ФЗ (ред. от 23.07.2008) «О землеустройстве»

#### РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КУЗБАССЕ

**А.Р. Горбунова**

Научный руководитель доцент И.С. Семина

*Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия*

В настоящее время освоение природных ресурсов осуществляется интенсивными темпами, которые приводят к изъятию из пользования значительных площадей плодородных земель и нарушению экологической обстановки. Особое место в этом отношении занимает угольная промышленность, которая особо развита в Кемеровской области, ведь Кузбасс является одним из самых развитых промышленных регионов в Сибири. К 2030 году на разрезах и шахтах Кузбасса планируется добывать более 275-330 млн. т угля в год [4].

Исходя из этого можно предположить, что освоенная территория, на которой введется добыча угля, будет увеличиваться, и соответственно, будет происходить усиление преобразование природной среды и возникновение различных негативных последствий в районах разработки месторождений. Кроме того, следует отметить, что всевозрастающие, современные темпы добычи угля, приводящие к

увеличению площади нарушенных территорий, и наиболее значительные изменения при разработке угольных месторождений происходят именно с земельным фондом. Почвенный плодородный покров при открытой разработке уничтожается полностью, формируется новый рельеф, изменяется гидрологический режим рек, сокращается растительный и животный мир, взамен остаются только безжизненные горы отвалов, появляются новые ландшафты с коренным изменением свойств и режимов, возрастает техногенная нагрузка на окружающую среду.

Основными типами нарушенных земель в Кузбассе являются: карьерные выемки и сопутствующие им внутренние и внешние породные отвалы, формирующиеся при открытой добыче угля; поверхности с преобладанием провальных форм рельефа, отвалы, возникающие при подземно-шахтной добыче угля; отвалы и хвостохранилища отходов обогащения угля [2]. Площадь нарушенных земель в регионе по некоторым данным превышает 100 тыс. га.

Рекультивация нарушенных земель суммируется из комплекса горно-технических, эколого-биологических мероприятий, имеющих целью создание и ускоренное формирование на площадях, испытавших техногенное воздействие и освобождаемых после промышленных разработок, искусственных ландшафтов с продуктивным (почвенно-растительным) покровом [3]. Для восстановления нарушенных территорий в Кузбассе используют разные технологии рекультивации, которые в основном направлены, с одной стороны, на формирование определенного типа растительного покрова на нарушенных землях и, с другой стороны, на создание благоприятного корнеобитаемого слоя из плодородного слоя пород (ПСП) и потенциально плодородных пород (ППП), то есть создаются искусственные почвоподобные образования и конструкции – техноземы с высокой почвенно-экологической эффективностью. Это позволяет в последующее время вернуть их в хозяйственное пользование и использовать рекультивированные территории для хозяйственных нужд. Ранее проведенные исследования техногенных ландшафтов в горно-таежной зоне Кузбасса позволили установить, что основными лимитирующими факторами для развития растительности и почвенного покрова являются неблагоприятные физические и водно-физические свойства субстрата отвалов, которые, не способствуют эффективному использованию атмосферных осадков, что приводит к формированию жесткого гидротермического режима на отвалах, сложенных в основном каменистыми породами [4]. Следует отметить, что в настоящее время в разных угледобывающих районах Кузбасса отдается предпочтение лесной рекультивации. Данная технология не требует отсыпки ПСП (плодородного слоя почвы). Во многих случаях лесная рекультивация проводится без создания благоприятного корнеобитаемого слоя. Эффективность такой рекультивации невысока, а использование смеси ПСП и ППП (потенциально плодородной породы) для создания благоприятного корнеобитаемого слоя позволяет значительно увеличить эффективность практически любого направления рекультивации и значительно снизить затраты [1]. В Кузбассе для улучшения качества рекультивационных работ необходимо подобрать тот комплекс технологий рекультивации, который в первую очередь направлен на создание условий для восстановления почвенного покрова. В ходе многолетнего опыта выполнения рекультивационных работ на территориях в Кузбассе, нарушенных техногенным способом был подобран ассортимент древесных и кустарниковых культур для высадки на отвалах в зависимости от рельефа, состава пород и лесорастительной зоны. Это посадки различных древесных или кустарниковых культур. Наибольшие объемы таких рекультивационных работ в последние годы

удалось провести на закрывающихся угольных предприятиях, но при этом их качество остается на низком уровне и это не позволяет вернуть нарушенные земли в хозяйственный оборот и восстановить плодородие почв. В большинстве случаев посадки кустарниковых и древесных культур проводятся непосредственно на субстратах, состоящих в основном из обломков вскрышных и вмещающих пород, поэтому почвенно-экологическая эффективность таких восстановительных работ часто оказывается на низком уровне и незначительно отличается от естественного зарастания отвалов.

Выбор направлений рекультивации должен способствовать наиболее рациональному использованию природно-климатических, горно-геологических условий с учетом физико-механических свойств пород, перспективе развития района разработок и технологий отвалообразования и обеспечить быстрое оздоровление экосистемы. При проведении рекультивационных работ следует по-настоящему учитывать комплексность проблемы рекультивации, поскольку, восстанавливая только один компонент экосистемы – растительность, невозможно существенно улучшить экологическую ситуацию на нарушенных территориях. Для изменения экологической ситуации в промышленных регионах необходимо переходить к практике проведения коренной рекультивации с созданием почвоподобных субстратов, способных надежно и долговременно поддерживать естественное восстановление нарушенных экосистем [1].

#### Литература

1. В.А. Андроханов Мониторинг почвенного покрова и рациональное использование земельных ресурсов в районах угледобычи// журнал Вестник.- 2014.- №1.-С.126-130.
2. В.А. Андроханов Эффективность основных технологий рекультивации в Кузбассе Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012.
3. Л.П. Баранник Эколого-биологические основы лесной рекультивации техногенных земель Кузбасса. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1992.
4. Семина И. С. Исследования температурного режима эмбриоземов на отвалах Калтанского угольного разреза / И. С. Семина, В. А. Андроханов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2010. – № 5. – С. 189 – 195.

#### **РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С СОХРАНЕНИЕМ ВЕРХНИХ ЦЕННЫХ ЛИТОГЕННЫХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

**Н.С. Брыксин, Г.Ф. Велякина, Н.С. Запольская**

Научный руководитель старший преподаватель Д.А. Бородкина

*Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия,*

В настоящее время добыча полезного ископаемого в горнодобывающей отрасли связано с нарушением геологической среды. Открытые горные работы разрабатывают карьеры, которые сопровождаются изъятием большой земельной площади. Извлечение полезных ископаемых из недр Кузбасса непрерывно складывается на поверхности вскрышных горных пород. Для большинства этих отвалов требуется постоянная рекультивация земель, которая не всегда соблюдается горными предприятиями. Если этого не делать, то ландшафт будет хуже чем на



Луне. В данный момент ситуация складывается не лучшим образом и нужно принимать меры по борьбе с нерекультивированными отвалами.

Эффективное использование и сохранение георесурсов должно предполагать такую технологию отвалообразования, при которой создаются наилучшие условия реализации потенциала самовосстановления почвы и, соответственно, экосистемы. Поскольку почва является базисом любой наземной экосистемы, определяющим направлением развития и особенности функционирования экосистем, то скорость ее формирования определяет скорость восстановления всех других компонентов экосистемы и качество их функционирования [2].

В ходе разработки месторождений открытым способом одной из основных технологических задач является создание устойчивого рельефа как в карьере, так и на отвалах для безопасного ведения горных работ и рационального размещения техногенных объектов. Для этого необходимо учитывать физико-механические свойства пород и формировать определенные элементы рельефа, которые в последующем составят основу будущих ландшафтов, подлежащих рекультивации [1].

Рекультивация проводится в 3 этапа на территориях, нарушенных открытыми горными работами:

Этап I – подготовительный. Обследование и типизация нарушенных территорий, изучение специфики условий, определение направления рекультивации.

Этап II – горнотехнический. Рациональное формирование поверхности отвалов и карьеров.

Этап III – биологическая рекультивация. Сюда входит окончательное восстановление плодородия и биологической продуктивности нарушенных земель, создание сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий.

Для решения проблем рекультивации применяют селективную технологию выемки плодородных и потенциально плодородных пород и их складирование в верхней части отвала вскрышных пород. А также формирование благоприятного неуплотненного холмистого рельефа отвалов с разнообразными насаждениями, что является фундаментальной основой для дальнейшей конструкции ландшафта и формирования почвенного и растительного покровов.

На примере отработанного месторождения на участке Калтанского отвала, в процессе которого был создан благоприятный (плодородный) слой почвы, привело в скором времени к полному восстановлению ландшафта (рис.1).



Рисунок 1 – Участок Калтанского отвала

На участке Малиновского отвала не сформировали почвенный покров и самозарастающая рекультивация не произошла (рис. 2).



Рисунок 2 – Участок Малиновского отвала

Проведение горнотехнической рекультивации является необходимым мероприятием, так как рекультивация нарушенных земель имеет большое народнохозяйственное и природоохранное значение в связи с дефицитом земельных ресурсов и отрицательным воздействием на окружающую среду промышленных разработок.

#### Литература

1. Овчинников В.А. Комплексность исследований по рекультивации земель, нарушаемых карьерами // Растительность и промышленные загрязнения. 1970. Вып. 7. С. 90 – 96.
2. Семина И.С. О рекультивации нарушенных земель на разрезах Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 12. С. 307 – 315.

#### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

**А.А. Капустина**

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

С 60-70-х гг. XX века, как утверждают ученые, изменения окружающей среды под воздействием человека стали всемирными, или глобальными. Среди них актуальными являются: изменение климата Земли, загрязнение воздушного бассейна, загрязнение земель и разрушение почвенного покрова. Транспорт является мощным источником воздействия на окружающую среду. Необходимо совершенствовать систему транспортировки на всех ее этапах и осуществлять поиск более надежных способов перемещения пассажиров и грузов.

В настоящее время трубопроводный транспорт является самым надежным видом транспорта с точки зрения влияния на окружающую среду [4].

Однако для трубопроводного транспорта характерен высокий риск потенциального влияния на окружающую среду. Характерной особенностью воздействия газопровода на окружающую среду является наличие термического влияния, связанного с возгоранием газа, а также значительное нарушение целостности почвенно-растительного покрова. Радиус термического воздействия, определяющий зону полного поражения окружающего растительного покрова в очаге аварии, составляет от 30 до 600 м, а котлован, образующийся в момент аварии газопровода, достигает размеров до 106\*56\*12 м [1]. Кроме механических нарушений прилегающей территории, происходит выброс больших объемов парниковых газов; также не исключена вероятность деформации близлежащих строений от влияния взрывной волны.

Основными элементами газотранспортной системы (ГТС) являются: трубопровод, компрессорные станции (КС), газораспределительные станции. Наибольшее воздействие на окружающую среду оказывает эксплуатация компрессорных станций. Компрессорные станции строятся через каждые 100 км по протяжению магистрального газопровода с целью поддержания давления в трубопроводе и доочистки природного газа.

На примере одной из компрессорных станций, расположенных в Западной Сибири, можно составить представление о характере влияния компрессорных станций на окружающую среду в процессе их эксплуатации.

В апреле 2015 года состоялся отбор 8 проб снега в зоне воздействия КС. Пробы отбирались на расстоянии от 150 м до 1,5 км от границ КС. По массе твердого осадка снега была рассчитана пылевая нагрузка. Величина пылевой нагрузки меняется от 6 до 45 мг/м<sup>2</sup>\*сут, что соответствует низкой степени загрязнения. В пяти из восьми проб уровень пылевой нагрузки ниже 10 мг/м<sup>2</sup>\*сут.

Пробоподготовка и изучение вещественного состава твердого осадка снега выполнялись в МИНОЦ «Урановая геология». Вещественный состав твердого осадка снега представлен преимущественно частицами биогенного происхождения (частицы хвои и коры деревьев).

Результаты ИСП-AES снеготалой воды, выполненные в Центре управления научно-исследовательским оборудованием «НИ ТПУ», показали, что содержание почти всех определяемых химических элементов (в том числе As, Cd, Pb, Zn, Fe) находится ниже предела обнаружения. В пяти из восьми проб содержание марганца превышает предел обнаружения и изменяется от 0,001 до 0,0044 мг/л, однако выявленные значения на превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов [5].

В УНПЦ «Вода» кафедры ГИГЭ «НИ ТПУ» были отданы две объединенные пробы снеготалой воды для установления общего химического состава воды. По химическому составу снеготалая вода относится к гидрокарбонатно-кальциевому типу с сильно выраженным преобладанием ионов Ca<sup>2+</sup> и HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Водородный показатель составляет 5 единиц, что характерно для чистой снеговой воды. Снеготалая вода очень мягкая и ультрапресная (минерализация 2-3 мг/л).

Для рыбохозяйственных водоемов содержание нефтепродуктов не должно превышать 0,05 мг/дм<sup>3</sup> [5]. В снеготалой воде концентрация нефтепродуктов составила 0,015 мг/дм<sup>3</sup>.

Как видно из полученных результатов, работа КС, являющейся лидирующим элементом газотранспортной системы по влиянию на окружающую среду, в штатном режиме оказывает незначительное влияние на окружающую среду.

В России нефтегазовая отрасль является ведущей в государственном бюджете, поэтому уделяется особое внимание безопасности газотранспортной системы. Ведутся поиски новых более надежных систем контроля состояния трубопроводов с целью минимизации непроеekтных положений трубопроводов и снижения негативного влияния на окружающую среду [3].

По последним данным [2] уровень аварийности на газопроводах России сократился до 0,13 аварий на 100 км в год, что в 6 раз ниже показателей 70-х гг. XX века. Аварии и другие нештатные ситуации неизбежны, но наблюдается положительная тенденция их сокращения, что делает трубопроводный транспорт еще более малоопасным для окружающей среды. Проведенные исследования состояния окружающей среды в районе присутствия компрессорных станций подтверждают, что ГТС в штатном режиме эксплуатации не оказывают существенного влияния на окружающую среду. Соответственно, при правильном подходе, при соблюдении всех требований и правил, газотранспортная система является действительно надежной системой.

#### Литература

1. Грибанов А.А. Воздействие газопроводов на окружающую среду [Электронный ресурс] / II Международная научно-практическая конференция молодых ученых «Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике»: Белгород, 2011: материалы. URL: [http://ggf.bsu.edu.ru/Conferences/Conf\\_2011/Materials/Gribanov.htm](http://ggf.bsu.edu.ru/Conferences/Conf_2011/Materials/Gribanov.htm), свободный. Дата обращения: 30.09.2015 г.
2. Гостинин И.А. Анализ аварийных ситуаций на линейной части магистральных газопроводов [Электронный ресурс] / Гостинин И.А., Вирясов А.Н., Семенова М.А. // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. 2013. № 2. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1618>, свободный. Дата обращения: 19.10.2015 г.
3. Остроумова Е.Г. Строительство и ремонт нефтяных и газовых трубопроводов // Газовая промышленность. 2014 г. № 6. С. 82 – 84.
4. Павлова Е.И. Экология транспорта: учебник для вузов. 2-е изд. – М: Высшая школа, 2010. – 367 с.
5. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.02.2010 г. № 16326) // «Российская газета», № 5125, 05.03.2010.

#### ОБЗОР ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Д. Кирина

Научный руководитель ассистент Е.А. Филимоненко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Экологические проблемы существуют везде и они не обошли стороной мой регион – Кемеровскую область. Городские территории характеризуются комплексом экологических проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, водных объектов, почв и других компонентов природной среды ввиду размещения на достаточно ограниченной площади большого количество объектов



промышленности. Особое внимание к проблемам загрязнения компонентов окружающей среды на городских территориях обусловлено в первую очередь проживанием на их территории значительной доли населения, так, например, для Кемеровской области доля городского населения составляет 85% (2 316 242 тыс. человек). Доля промышленности Кемеровской области составляет 5,8% от всего объема производства в стране: в рассматриваемом регионе добывается 56% всего угля в РФ, выплавляется более 13% чугуна и стали, 23% сортового стального проката, производится более 11% алюминия и 19% кокса [6, 7]. Высокая концентрация промышленных объектов на территории области обуславливает ряд экологических проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха и водных объектов, нарушением земель в результате добычи полезных ископаемых и скопления бытовых и промышленных отходов.

На территории Кемеровской области функционирует около 23 тысяч организованных и неорганизованных источников выбросов, от которых в атмосферу поступает более 250 наименований загрязняющих веществ, относящиеся к различным классам опасности. Наибольшее поступление загрязняющих веществ за последние 10 лет сохраняется в городах Новокузнецк, Ленинск-Кузнецкий, Кемерово, Полысаево, Междуреченск, Киселевск, Мыски, Калтан. Источниками загрязнения являются предприятия, по добыче полезных ископаемых - угля (Кузбассразрезуголь, Южный Кузбасс, ЗАО Шахта «Распадская»), предприятия обрабатывающего производства - черная и цветная металлургия («Новокузнецкий металлургический комбинат», «Западно-Сибирский металлургический комбинат»), химические предприятия («Азот», «Химволокно», «Кокс»), теплоэнергетика («Кузбассэнерго»), цементное производство («Топкинский цемент», «Кузнецкий цементный завод») [1].

На территории Кемеровской области действует примерно 1,5 тысячи предприятий, выбросы загрязняющих веществ которых составляют основную долю всей эмиссии поллютантов в регионе. Но кроме этого, еще одной причиной загрязнения атмосферного воздуха является функционирование автомобильного транспорта.

В области более 30% территорий, по всем признакам соответствующих зоне экологического бедствия. Эти территории являются густонаселенными центрами Кузбасса, где происходят крупные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от транспорта и промышленных предприятий. Анализ динамики выбросов основных загрязняющих веществ в воздух от постоянных источников Кемеровской области за период с 2004 по 2014 годы показал, что выбросы углеводородов увеличились в 2 раза (800т). Масса выбросов твердых загрязняющих веществ уменьшилась с 200 до 130 тыс. т, а газообразных и жидких с 2004 по 2008 гг. увеличилась на 400 тонн и составила 1400 т, но с 2008 по 2014 гг. уменьшилась на 200 т.

По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области, общая масса выбросов загрязняющих атмосферный воздух в 2014 году составила 1332 тыс. т. Величина выбросов загрязняющих веществ по Кузбассу превышает аналогичную величину по Новосибирской области в 3 раза [2]. В среднем на каждого жителя Кузбасса приходится по 489 кг загрязняющих веществ. А в Новокузнецком районе – 4728 кг/чел., а также в Ленинск-Кузнецком, Прокопьевском, Беловском районах и в городах Калтан, Полысаево, Мыски. Меньше всего подвергаются влиянию



антропогенных факторов Тисульский, Крапивинский, Ижморский и Тяжинский районы [4].

Негативная склонность в экологической ситуации Кемеровской области проявляется в водопользовании. Густота речной сети Кемеровской области относится к бассейну реки Оби. На территории Кузбасса протекает 32 109 рек, общая протяжённость которых 245 152 км. Главной водной магистралью области является р.Томь. Основные реки – Томь, Иня, Кия, Яя, Чулым, Чумыш протекают по трём территориям субъектов Российской Федерации (Кемеровская, Томская и Новосибирская области). Загрязнение воды в Кузбассе приводит к труднейшей задаче – снабжение населения чистой питьевой водой. В последние годы в Кемеровской области наблюдается повышение уровня потребности в воде, которая используется в целях производства и хозяйства. Ее основными потребителями считаются 37 предприятий городов и районов региона, при этом 54 предприятия сбрасывают в р. Томь сточные воды. В энергетике, черной металлургии и химической отраслях уменьшается доля водооборотного и повторного использования воды.

По данным Кемеровского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в реке Томь на химический состав влияет предприятия угольной, топливно-энергетической и химической промышленности, металлургии и др. Значительное последствие на качество воды в реке оказывают ее притоки, в которых показатели среднегодовых концентраций основных контролируемых веществ превышают норму. Наиболее распространенными загрязнителями являются нефтепродукты, фенолы, соединения металлов.

Сильное загрязнение водных ресурсов в Кузбассе происходит за счет увеличения выпуска продукции и выработки электроэнергии на промышленных предприятиях, как АО «Кузнецкая ТЭЦ» (Новокузнецк), Кемеровская ГРЭС, АО «Спирткомбинат» (Мариинск) [3].

Угольная промышленность является еще одним главным загрязнителем водных объектов. Каждый год из шахт откачивается более 200 млн. тонн воды. Устаревшие технологии и снижение расходов на поддержание в работоспособности природоохранных сооружений привели к повышенному объему сбросов загрязняющих веществ в водоемы.

Непрерывное воздействие неблагоприятной окружающей среды вызывает экологически обусловленные виды вреда здоровью. Загрязнение воздуха и питьевой воды приводит к заболеваемости органов пищеварения и мочеполовой системы, органов дыхания, нервной и эндокринной систем, патологических состояний, которые приводят к низкому уровню иммунной защиты жителей Кемеровской области.

Рабочая группа врачей в проекте «Разработка концепции экологической политики Кемеровской области. Взаимодействие власти, бизнеса и общественности» сделал вывод о том, что в индустриальных городах Кузбасса уровни загрязнения канцерогенными веществами атмосферного воздуха, питьевой воды и пищевых продуктов таковы, что индивидуальный риск заболеть раком в 14-60 раз выше, чем «приемлемый» в развитых странах. Загрязнение атмосферы городов Кузбасса пылью может приводить к возникновению дополнительно около 1100 случаев смерти ежегодно [5].

## Литература

1. Администрация Кемеровской области [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://www.ako.ru/Ekonomik/predpr.asp?n=2>
2. Белик А.К. Загрязнение от автомобильных парковок // Материалы Молодежного экологического форума, Кемерово: КузГТУ, 2013. – С. 293-296
3. Волков Н.А. Состояние экологии в кемеровской области и нарушения прав граждан на благоприятную окружающую среду Специальный доклад Уполномоченного по правам человека в Кемеровской области // КемГУ, КемГМА – 2002. – С. 4-5
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2014 году // Кемерово – 2015 [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: [http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2015/08/NEW\\_DOKLAD-2014.pdf](http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2015/08/NEW_DOKLAD-2014.pdf)
5. Миронов О.О. Экология и нарушение прав человека. Специальный доклад Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации // ЭКОС-Информ. – №2. – 2003. – С. 6-64
6. Независимый институт Социальной политики // Социальный атлас российских регионов [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: [http://atlas.socpol.ru/overviews/econ\\_condition/index.shtml](http://atlas.socpol.ru/overviews/econ_condition/index.shtml)
7. Федеральный медийный портал ВСЯ РОССИЯ при поддержке Совета Федерации Федерального собрания РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://www.allrussia.tv/kemerovo/economics>

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ООС - 1С ПРЕДПРИЯТИЕ 8.3 ДЛЯ  
ВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЧЁТА НА ПРЕДПРИЯТИИ****В.С. Коростелев**

Научный руководитель профессор Е.Г. Языков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Возрастающие требования к эффективности природоохранной деятельности, сдаче экологической отчетности предприятия и усовершенствование законодательной базы приводят к тому, что современные экологи посвящают все больше своего рабочего времени ведению экологического учета.

Трудозатраты на эту деятельность сравнимы с работой бухгалтера. Но если для бухгалтеров разработаны вспомогательные инструменты, такие как комплексная система бухгалтерского и налогового учета «1С: Бухгалтерия», то для экологов таких систем до недавнего времени не существовало [3].

Если в компании нет единой комплексной системы учета, это затрудняет работу самого предприятия:

- Приводит к неправильной организации и хранению накопленного опыта работы. Результат: каждая новая задача по подготовке отчетности или составлению аналитики требует вновь собирать и анализировать большой объем данных.
- Не позволяет организовать эффективный производственный учет отходов и загрязнений, что приводит к ошибкам в официальной документации, а это влечет дополнительные расходы для компании.

• Вынуждает обращаться за разработкой или корректировкой проектной документации к подрядчикам. Как правило, это длительный и дорогостоящий процесс [1].

На каждом предприятии свои особенности ведения экологического учета. Но в современном мире объем данных и документации, с которой работают специалисты, таков, что его почти невозможно обработать вручную. Автоматизируя любой бизнес-процесс, важно подобрать программу, отвечающую всем требованиям компании с одной стороны, и не имеющую «лишних», невостребованных функций, затрудняющих работу с программой, – с другой [3].

Система автоматизированного учета, соответствующая всем требованиям, позволит:

- Сократить время и трудозатраты специалиста-эколога, освобождая ресурсы для более важной, профильной деятельности;
- Повысить точность расчетов, уменьшить размеры штрафов за загрязнения;
- Исключить ошибки в расчетах («человеческий фактор»), и упростить процесс сдачи отчетов контролирующим органам;
- Обеспечить быстрый доступ к базе экологической информации;
- Объединить работу нескольких экологов на крупных предприятиях, создавая единую базу данных;
- Самостоятельно составлять дорогостоящую проектную документацию, значительно сократив расходы на оплату услуг сторонних организаций;

Разумеется, чтобы система работала на результат, нужен правильный выбор программного обеспечения.

Оптимальным решением становятся программы, полностью «закрывающие» все потребности экологов предприятий:

- учет всех видов загрязнений (воздух, вода, отходы) в одной программе;
- размещение больших объемов справочников и баз данных предприятия;
- возможность настройки программы под потребности предприятия;
- организация единой рабочей сети для всех экологов предприятия;
- актуальные и автоматически обновляемые нормативные базы;
- мощная техническая поддержка;

И, разумеется, основными требованиями к программному обеспечению остается надежность, гибкость, простота в освоении и удобство в эксплуатации [1].

Новым программным продуктом, созданным с учетом предъявленных требований, стала «Охрана окружающей среды» на платформе «1С: Предприятие».

«Охрана окружающей среды» - удобный и простой в использовании инструмент, помогающий грамотно вести экологический учет и оперативно сдавать отчетность на предприятиях любого масштаба.

Для крупных предприятий, со множеством экологов и филиалов, существует специальное Комплексное решение – создание единой системы учета с объединением данных по каждому филиалу и компании в целом. В этом случае программа устанавливается на каждом рабочем месте эколога, информация собирается в единой базе филиала с дальнейшей передачей в головной офис. Это решение автоматически объединяет работу всех сотрудников, формируя нужные

отчеты всегда верно и в срок, без длительной передачи данных «вручную». И главное - делает процесс учета «прозрачным» для экологов всех уровней.

На предприятии, при помощи программы «1С: Охрана окружающей среды», ведется учет отдельно по трем направлениям: атмосферным выбросам, водным сбросам и отходам, подлежащим размещению. Для каждого типа отчета предусмотрена своя форма – 2-ТП Отходы, 2-ТП ВодХоз, 2-ТП Воздух и 2-ТП Воздух (срочная) [3].

#### Литература

1. Малышева М. С. Роль и значение учета природоохранных мероприятий в современных условиях [Текст] / М. С. Малышева // Экономическая наука и практика: материалы III междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2014 г.). - Чита: Издательство Молодой ученый, 2014. — С. 76-80.
2. Инструкция по расчетным методикам в программе ООС – 1С: Предприятие 8.3 [Электронный ресурс].
3. Методический курс для обучения работе с программой 1С:Предприятие. ООО «ПРО Сфера» г.Томск, 2012 [Электронный ресурс]

### ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ

**М.Ю. Макоева**

Научный руководитель доцент М.В. Катаева

*Северо-Осетинский Государственный университет им. К.Л.Хетагурова  
г.Владикавказ, Россия*

На фоне все обостряющегося экологического кризиса одно из основных мест занимает проблема деградации почвенного покрова. Важность данной проблемы определяется тем что, не остановив процесс деградации почвенного покрова невозможно решить проблемы сохранения разнообразия растительного и животного мира, также невозможно сохранение нормального функционирования биосферы в целом [3].

Необходимо отметить потерю значительных земельных площадей в ходе исторического развития человечества [1].

На современном этапе состояние почвенного покрова России во многих регионах оценивается как критическое. На всей территории сельскохозяйственных угодий, а это 190 млн. га, 70 млн. га подвержено эрозии, 70 млн. га имеет повышенную кислотность, более 40 в разной степени засолены, 12 – засорены камнями, 5 – поросли трудноискоренимым кустарником. В финансовом отношении прослеживается тенденция недооценки вреда, который приносят процессы деградации почвенного покрова.

Республика Северная Осетия-Алания, как один из малоземельных субъектов России не является исключением.

На современном этапе особую актуальность приобретают не только законодательные и организационно-правовые меры по борьбе с деградацией почв, но и фундаментальные научные исследования, направленные на всесторонне изучение процессов деградации, следовательно и путей восстановления нарушенных почв.

Исходя из вышеизложенного, актуальность темы дипломной работы сомнений не вызывает.

Цель работы - изучить проявление деградационных процессов в почвах, их направленность, скорость изменения параметров физического состояния почв в Республике Северная Осетия-Алания.

Почвенный покров Земли играет решающую роль в обеспечении человечества продуктами питания и сырьем для жизненно важных отраслей промышленности, поэтому непрерывный контроль за состоянием почв и почвенного покрова – обязательное условие получения планируемой продукции сельского и лесного хозяйства.

Почвенный покров – один из наиболее мощных регуляторов химического состава атмосферы и гидросферы. Почва была и остается главным условием жизнеобеспечения наций и человечества в целом. Сохранение и улучшение почвенного покрова, а, следовательно, и основных жизненных ресурсов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, развития промышленности, бурного роста городов и транспорта возможно только при хорошо налаженном контроле за использованием всех видов почвенных и земельных ресурсов.

Почва является наиболее чувствительной к антропогенному воздействию. Из всех оболочек Земли почвенный покров – самая тонкая оболочка, мощность наиболее плодородного гумусированного слоя даже в черноземах не превышает, как правило, 80-100 см, а во многих почвах большинства природных зон она составляет всего лишь 15-20 см. Рыхлое почвенное тело при уничтожении многолетней растительности и распашке легко подвергается эрозии и дефляции.

При недостаточно продуманном антропогенном воздействии и нарушении сбалансированных природных экологических связей в почвах быстро развиваются нежелательные процессы минерализации гумуса, повышается кислотность или щелочность, усиливается соленакопление, развиваются восстановительные процессы – все это резко ухудшает свойства почвы, а в предельных случаях приводит к локальному разрушению почвенного покрова. Все в более широких масштабах проявляется загрязнение почвы тяжелыми металлами, нефтепродуктами, усиливается влияние азотной и серной кислот техногенного происхождения, ведущие к формированию техногенных пустынь в окрестностях некоторых промышленных предприятий.

Восстановление нарушенного почвенного покрова требует длительного времени и больших капиталовложений.

В рамках борьбы с деградацией почвенных ресурсов необходимым считаем следующее: разработка системы экономических, экологических и социальных индикаторов и критериев для прогноза и мониторинга деградационных процессов; инвентаризация и ранжирование территорий по напряженности проблемы деградации почв, социально-экологическое и природное районирование; совершенствование нормативно-правового регулирования, законодательного обеспечения, управления действий по борьбе с деградацией почвенного покрова; совершенствование экономических механизмов, которые стимулируют деятельность по борьбе с деградацией почв; внедрение технологической и методологической основ по оценке и борьбе с деградацией почвенного покрова в основных районах жизнеобеспечения; разработка и внедрение лесохозяйственных, сельскохозяйственных и промышленных экологически обоснованных технологий, которые адаптированы к разным экономическим, природным и социальным условиям; оптимизация использования природных ресурсов в районах подверженных деградационным процессам; методом лесомелиорации защита населенных пунктов; развитие системы образования и просвещения населения по



вопросам деградации почвенного покрова; вовлечение населения, неправительственных организаций и фондов в решение проблемы; возрождение традиционных методов ландшафтно-адаптированного природопользования; расширение международного сотрудничества в вопросах разработки системы мер по борьбе с деградационными процессами; сохранение биоразнообразия.

#### Литература

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Проблемные вопросы почвоведения и географии почв Юга России Научная мысль Кавказа. 2011. № 1. С. 69-73.
2. Бясов К.Х. Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания. Почвы. Изд-во Проект-пресс. Владикавказ, 2000, 382 с.
3. Землякова Г.Л. Проблемы деэкологизации земельного законодательства. Экологическое право. 2011. № 2. С. 15-21.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ, НА ПРИМЕРЕ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ**

**А.Ю. Мишанькин**

Научный руководитель доцент А.Н. Третьяков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На сегодняшний день широко распространены экологические проблемы, связанные с очисткой экосистем от разного рода загрязнений. Важный ключ к решению данных проблем – выбор методов очистки природных объектов, в которые входят биоремедиационные технологии, представляющие собой широкий спектр средств очистки различных компонентов природной среды с использованием метаболического потенциала биологических объектов — растений, грибов, насекомых, червей и других организмов [2].

В число перспективных технологий биоремедиации входит фиторемедиация (фитоэкстракция). Механизм фиторемедиации заключается в следующем: корневой системой растений вместе с питательными веществами поглощаются как неорганические, так и органические токсиканты и осуществляется их последующая транслокация в надземные органы растений. По завершению фазы роста и транслокационных процессов надземные органы растений удаляются и подлежат соответствующей переработке.

Растения следует экспериментально отбирать, исходя из фиторемедиационных характеристик самих растений и почвенно-климатических особенностей участка почвы, подлежащего восстановлению.

После обработки загрязнённой почвы растительная биомасса может быть использована в качестве источника выделения тяжёлых металлов. С этой целью растения сжигают и из золы восстанавливают тяжёлые металлы.

Как технологический приём фитоэкстракцию делят на два разных метода – индуцированную и непрерывную. Первый метод основывается на применении специальных хелатирующих агентов, образующих растворимые комплексы с металлами. В комплексном виде тяжёлый металл довольно быстро усваивается и без труда транспортируется в надземные органы растений. Непрерывная

фитоэкстракция является более долгосрочной и базируется на применении растений-гипераккумуляторов, некоторые из которых приведены в таблице 1 [1].

На первом этапе исследований был изучен главный вопрос: способна ли горчица белая накапливать радиоактивные вещества - загрязнители, содержащиеся в почве. Для этого горчица была посажена в трёх ёмкостях с обыкновенной почвой (фон) и в трёх ёмкостях с почвой, пропитанной раствором урана-238, с концентрацией 4,1 мг/л.

Таблица 1

*Растения-гипераккумуляторы тяжёлых металлов [1]*

Растение	Тяжёлый металл
Brassica juncea	Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn, Sr, B, Se
Medicago sativa	Pb, Zn, Hg, Ni
Thlaspi caerulescens	Ni, Zn

Затем, после прорастания и укоренения растений, были произведены анализы почвы и растительной золы горчицы белой, которые показали стабильное накопление урана растительной массой, что привело к снижению концентрации данного элемента в почве. На основании этого факта был сделан вывод о том, что горчица белая действительно аккумулирует радиоактивные вещества (в нашем случае – уран), содержащиеся в почве, тем самым очищая её от радиоактивного загрязнения.

Задача второго этапа исследований: определение порога токсичности и оценка всхожести горчицы белой, в зависимости от концентрации радиоактивного элемента в почве, которым является всё тот же уран-238. Необходимо определить такие концентрации урана в почве, при которых растения не всходят (порог токсичности или летальная доза – ЛД-100), всходят, но далеко не все (ЛД-50) и всходят активно. Также важен при этом характер роста растений (увядание или активный рост).

Для решения задачи было подготовлено 25 ёмкостей с 100 г садового почвогрунта в каждой. 5 ёмкостей с почвой были приняты за фоновые образцы, остальные же 20 были поделены на группы по 5 штук с концентрациями урана 1, 5, 10 и 15 мг/кг. В каждую ёмкость с почвой было посажено по 10 семян горчицы белой.

Одним из главных отличий от предыдущих исследований являлось то, что на этот раз радиоактивным загрязнителем являлся не раствор урана, а урановая руда, которая предварительно была проанализирована на мощность  $\alpha$ -излучения и наличие урана с помощью специальной аппаратуры.

В связи с этим, второй этап исследований позволит выявить ещё один дополнительный показатель: какое агрегатное состояние радиоактивного вещества в почве больше поддаётся накоплению горчицей белой.

Через две недели после посадки семян была проверена всхожесть горчицы в зависимости от концентраций урана в почве. Данные о всхожести приведены в таблице 2.

Таблица 2

*Всхожесть семян горчицы белой в зависимости от концентрации урана в почве*

Концентрация урана в почве, мг/кг	Число взошедших семян (из 50), шт.	Процент всхожести, %
фон	36	72
1	33	66

*Окончание Таблицы 2*

Концентрация урана в почве, мг/кг	Число взошедших семян (из 50), шт.	Процент всхожести, %
5	32	64
10	33	66
15	34	68
среднее значение	34	67

Таким образом, данные о всхожести семян при концентрациях урана в почве от 1 до 15 мг/кг свидетельствуют о том, что порог токсичности не был найден. Всхожесть семян довольно высокая по сравнению с фоновым значением.

В этой связи возникает необходимость проведения дальнейших исследований по данному направлению, которые предполагают увеличение концентрации радиоактивного загрязнителя (урана) в почве.

#### Литература

1. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях / Под ред. Г. И. Квеситадзе. – М.: Наука, 2005. – 199 с.
2. Трофимов Н. А. Биоремедиация загрязнённых экосистем // Наука за рубежом. – Москва, 2013. – №25. – С. 6–7.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ИЗВЕРЖЕНИЙ

**Т.А. Нестерова**

Научный руководитель ассистент Е.А. Филимоненко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Вулкан (лат. vulcanus - огонь, пламя) - геологическое образование в виде горы конической формы, через которое происходит извержение огненной смеси газов, пепла, расплавленной лавы и твёрдых обломков горных пород [1].

На данный момент известно около 5 сотен действующих вулканов (рис. 1), чья основная часть находится на континентальных островах. Крупнейшее скопление вулканов распространено по периферии Тихого океана и составляет "огненное" кольцо (рис. 2), привязанное к активным континентальным окраинам. Во всех этих местах от желобов в сторону континентов заметны зоны наклона, в пределах которых находятся очаги неоднократных землетрясений, достигающие глубин в 600-700 км. Также вулканы расположены и в самом океаническом пространстве, где вулканизм проявляется внутри литосферных плит [2].

Извержения вулканов негативно сказываются на состоянии экосистем, расположенных вблизи самого вулкана. Также последствия вулканической деятельности распространяются на всю планету в виде кислотных дождей и продуктов выбросов. Наиболее значимые из таких последствий - это уничтожение

растительного покрова, ухудшение качества кормовых угодий, изменения условий обитания животных. Вблизи действующих вулканов рост и развитие растений могут подавляться обычной дождевой водой, чья кислотность превышает нормальный уровень.

Вулканические извержения приводят к возникновению эпидемий и эпизоотий, росту числа заболеваний и нарушению воспроизводства населения, сокращению пищевой базы, неблагоприятным изменениям ландшафтных условий, ухудшению качества атмосферного воздуха по причине поднятия пылевых туч и распространения аэрозольных частиц. Основную опасность для здоровья человека представляют выбрасываемые при извержении пепел и газы.



Рисунок 1 –Карта действующих вулканов [3]

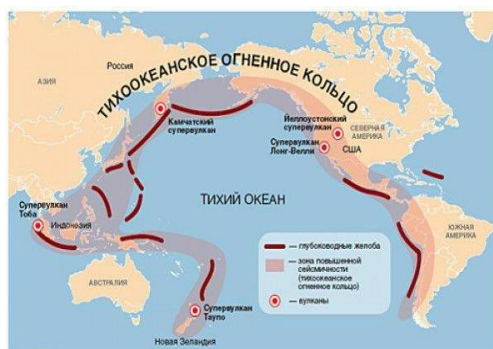


Рисунок 2 – Тихоокеанское вулканическое огненное кольцо [4]

В состав вулканического пепла входят мелкие частицы песка и пыли, а также примеси горных пород. При вдыхании частицы пепла попадают в бронхи, а затем в легкие, оказывают негативное влияние на слизистые оболочки, вызывая аллергические реакции, затруднение дыхания и появление кашля. Соединения фтора, попадающие в организм человека с пищей и водой, могут привести к проблемам с костями и зубами человека[5].

Вместе с вулканическим пеплом, в атмосферу попадают газы, окислы азота, углерода, серы, а также хлор [6].

Согласно данным Геологической службы США, вулканы (в том числе подводные) выбрасывают около 0,13-0,44 млрд метрических тонн  $\text{CO}_2$  в атмосферу Земли ежегодно. То есть, каждый активный вулкан имеет массивный углеродный след: очень крупное извержение приравнивается к 42 млн тонн выбросов  $\text{CO}_2$  — что эквивалентно нескольким недельным человеческим выбросам страны, размером с Великобританию [7].

Вулканы вбрасывают в атмосферу огромное количество газов, которые формируют крупную часть оболочки нашей планеты и участвуют в формировании гидросферы. Вулканической активностью Земли, как и другими природными процессами, нельзя управлять. Человек способен лишь минимизировать последствия негативного воздействия на экологическую ситуацию, что возможно только при полном понимании особенностей функционирования процессов Земли, учете взаимодействия обширного количества факторов, изменчивых во времени и пространстве, основополагающими из которых являются не только активность недр планеты, но и ее связи с другими частями Солнечной Системы.

#### Литература

1. Экологический центр «Экосистема» // [Электронный ресурс] // Справочная информация о природе.-2015.-Режим доступа: <http://www.ecosystema.ru/07referats/vulkani.htm> , свободный.-Загл.с экрана.
2. Всё о геологии [Электронный ресурс] // Геология// Общая и региональная геология. Курсы лекций // Основы геологии (Коновский Н.В., Якушова А.Ф.) .- 2015.-Режим доступа: <http://geo.web.ru/db/msg.html?uri=part11-03-5.htm&mid=1163814>, свободный.-Загл.с экрана.
3. Презентации для студентов// [Электронный ресурс] // Карта районов извержений вулканов и землетрясений.-2015.-Режим доступа: <http://900igr.net/prezentatsii/obg/Bally-zemletrjasenija/006-Karta-rajonov-izverzhenij-vulkanov-i-zemletrjasenij.html>, свободный.-Загл.с экрана.
4. Slide Share// [Электронный ресурс]// Строение и динамика литосферы.-2015.-Режим доступа: <http://www.slideshare.net/ozlmgouru/ss-53546743>, свободный.-Загл.с экрана.
5. Сетевое издание «РИА Новости» // [Электронный ресурс] // Экология// Влияние вулканических выбросов на организм человека.-2015.-Режим доступа: <http://ria.ru/eco/20110523/378504523.html>, свободный.-Загл. с экрана.
6. Экология. Справочник [Электронный ресурс] // Вулканические газы.-2015.-Режим доступа: <http://ru-ecology.info/term/19758>, свободный.-Загл.с экрана.
7. Green Life [Электронный ресурс] // Вулкан или человек: кто больше загрязняет планету.-2015.-Режим доступа: [http://rodovid.me/Live\\_Earth\\_1008/vulkany-ili-chelovek-kto-bolshe-zagryaznyaet-planetu.html](http://rodovid.me/Live_Earth_1008/vulkany-ili-chelovek-kto-bolshe-zagryaznyaet-planetu.html) , свободный.-Загл.с экрана.

#### РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

**С.М. Никитенко, Е.В. Гоосен**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт угля  
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кемерово, Россия.*

В ближайшие годы России предстоит создать новую модель развития, опирающуюся на внутренние источники развития: устойчивое развитие территорий, комплексное освоение недр, партнерство власти и бизнеса. Ключевую роль в этом предстоит сыграть проектному подходу, реализуемого на принципах государственно-частного партнерства в рамках сотрудничества государства, бизнеса и научно-образовательных учреждений.

Несмотря на понимание необходимости внедрения проектного подхода на принципах государственно-частного партнерства в сфере комплексного



освоения недр и значительные усилия со стороны государства, в России эти процессы идут крайне медленно и противоречиво. Среди препятствий можно назвать: отсутствие методологически и теоретически проработанной экономической концепции и стратегии комплексного освоения недр; ориентация на экспорт «готовых», заимствованных технологий развития государственно-частного партнерства, отсутствие методологии и методики оценки готовности регионов использовать проекты государственно-частного партнерства в сфере комплексного освоения недр; отсутствие методологии и методики отбора потенциальных проектов государственно-частного партнерства в сфере комплексного освоения недр и оценки экономических и социальных эффектов от их реализации; непроработанность федерального и регионального законодательства, регулирующего партнерство власти и бизнеса в целом, и в сфере комплексного освоения недр в частности.

Такое положение дел ведет к незаинтересованности бизнеса, занятого в ресурсодобывающих отраслях, в инвестициях в разведку новых месторождений, в глубокую переработку добываемых ресурсов, к слабой восприимчивости к инновационным технологиям, низкому уровню сотрудничества ресурсодобывающих компаний с российским поставщиками оборудования, переработчиками сырья и научно-исследовательскими организациями. Воспроизводится сложившаяся годами ориентация органов власти ресурсодобывающих регионов на сырьевую транзитную стратегию развития. Кроме того, порождается глубокое недоверие между бизнесом и органами государственной власти всех уровней и препятствует развитию государственно-частного партнерства в сфере комплексного освоения недр. Эти проблемы усугубляются отсутствием интегрированной, актуализированной и систематизированной информации о состоянии реальных и потенциальных региональных проектов в сфере комплексного освоения недр, что препятствует выявлению условий и факторов, оказывающих наибольшее влияние на их развитие, серьезно искажает информацию о реальных потребностях и возможностях регионов в области государственно-частного партнерства в сфере комплексного освоения недр, снижает эффективность государственного управления процессами комплексного освоения недр и способствует накоплению негативных процессов на региональном уровне.

Первые проекты на основе принципов государственно-частного партнерства в России начали реализовываться с 2000-х годов. На сегодняшний день, по данным федерального портала «ГЧП-инфо», в России реализуется 317 проектов [1]. Однако если внимательно посмотреть на структуру проектов, можно увидеть, что не все они могут быть отнесены к государственно-частному партнерству. Большая часть проектов – это инфраструктурные проекты, полностью финансируемые за счет федерального и регионального бюджета. Более детальный анализ проектов показывает, что доля проектов государственно-частного партнерства еще ниже. Это связано с тем, что администрации регионов часто к проектам государственно-частного партнерства относят инфраструктурные проекты, реализуемые на основе государственного заказа, в рамках социально-экономических соглашений, федеральные и целевые программы. Одни и те же проекты могут проходить и как отдельный проект и как проект государственно-частного партнерства в рамках программ развития инновационных кластеров, особых экономических

зон и т.д. Для того, чтобы четко выделить проекты государственно-частного партнерства среди множества других, отметим основные признаки государственно-частного партнерства: долгосрочный проект с четко определенными сроками; добровольный взаимовыгодный характер сотрудничества; формальный характер сотрудничества на основе контрактов и соглашений с четкой структурой взаимодействия и распределением рисков и выгод; совместное участие бизнеса и власти в финансировании и управлении и/или реализации проектом; производство общественных или квазиобщественных благ, направленное на решение важнейших социально-экономических проблем [2].

Проекты, которые не отвечают всем перечисленным признакам, но выполняют те же функции, что и проекты государственно-частного партнерства, мы будем относить к квази-ГЧП («почти государственно-частное партнерство»). Это: инвестиционные проекты; государственные заказы и госконтракты; совместные предприятия; соглашения о социально-экономическом сотрудничестве, заключаемом бизнес-структурами и органами государственной и муниципальной власти; федеральные и региональные целевые программы; программы создания свободных экономических зон и др. [3].

Особая значимость соглашений о социально-экономическом сотрудничестве для региона состоит в том, что они предполагают доленое участие бизнеса и региональной власти в реализации важнейших инфраструктурных проектов и социальных программ на территории области, в том числе, ремонт и модернизацию материально-технической базы учреждений образования, здравоохранения и культуры; благоустройство городской территории, строительство и ремонт объектов инфраструктуры.

Для развития проектов государственно-частного партнерства, по мнению авторов, требуется разработка методологии и теоретического концепта междисциплинарного исследования комплексного освоения недр в России с использованием методологии и методики разумной специализации (Smart Specialization); создание методики прогнозирования развития перспективных производственных технологий в России на основе разработанного набора наукометрических характеристик, а также методологии и методики оценки готовности территорий реализовывать проекты государственно-частного партнерства в сфере комплексного освоения недр в регионах России. Необходимо также совершенствовать нормативно-правовую базу в области комплексного освоения недр, государственно-частного партнерства и комплементарных областях права.

#### Литература

1. Федеральный портал «Инфраструктура и государственно-частное партнерство в России» // URL: <http://www.pppi.ru/projects>
2. Варнавский В.Г. Управление государственно-частными партнерствами за рубежом // Вопросы государственного и муниципального управления. 2012. №2.
3. Реализация инфраструктурных проектов и развитие механизмов государственно-частного партнерства в Сибирском федеральном округе. Аналитический отчет по результатам исследования. М., 2011. – 138с.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА**

**А.Е. Польшикова**

Научный руководитель доцент Т.А. Архангельская  
*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

ПНГ (попутный нефтяной газ) - углеводородные газы, сопутствующие нефти и выделяющиеся при ее добыче на газонефтяных месторождениях. Они находятся в нефти в растворенном виде и выделяются из нее вследствие снижения давления при подъеме на поверхность земли. В газонефтяных месторождениях на 1 т нефти приходится 30-800 кубометров газа [5]. В отличие от природного газа, который состоит в основном из метана, ПНГ имеет в своем составе большое количество этана, пропана, бутана и других углеводородов [4]. Проблема использования попутного газа, добываемого из скважин вместе с нефтью, остро стоит во многих странах. Это ценное углеводородное сырье сейчас просто сжигают на факелах рядом с месторождением. В то же время, на долю ПНГ, приходится около 30% общей валовой добычи газа в мире [5].

Цель данной работы: с помощью обзора литературных данных проанализировать существующие экологические проблемы утилизации попутного нефтяного газа.

Сжигание ПНГ приводит к значительным выбросам твердых загрязняющих веществ и ухудшению экологической обстановки в нефтепромысловых районах [2]. Россия является мировым «лидером» по факельному сжиганию попутного нефтяного газа. Больше всего сжигается ПНГ в Восточной Сибири и Ханты-Мансийском автономном округе – суммарно почти 70 % всего объема факельного сжигания ПНГ в стране [6]. В результате сжигания ПНГ в факелах оказывается существенное воздействие на климат. При «технологических потерях» и сжигании ПНГ в атмосферу выбрасывается диоксид углерода и активная сажа. В результате горения газа в факелах в России ежегодно образуется почти 100 млн. т выбросов CO<sub>2</sub> (при условии эффективного сжигания всего объема газа). Однако российские факелы известны своей неэффективностью, т. е. газ в них сжигается не полностью. Соответственно, в атмосферу выделяется метан, гораздо более активный парниковый газ, чем CO<sub>2</sub>. Объем выбросов сажи при сжигании ПНГ оценивается приблизительно в 0,5 млн. т в год. В последние годы в связи с особой уязвимостью Арктических экосистем к глобальным климатическим изменениям все активнее стали звучать призывы принять меры по снижению выбросов сажи.

Сжигание ПНГ сопровождается тепловым загрязнением окружающей среды: вокруг факела радиус термического разрушения почв колеблется в пределах 10–25 метров, растительности — от 50 до 150 метров. При этом в атмосферу поступают как продукты сгорания ПНГ, в том числе окись азота, сернистый ангидрид, окись углерода, так и различные несгоревшие углеводороды. Существенные концентрации окислов азота и серы фиксируются на расстоянии 1–3 км от факела, сероводорода — 5–10 км, а окиси углерода и аммиака — до 15 км. Это приводит к увеличению заболеваемости местного населения раком легких, бронхов, к поражениям печени и желудочно-кишечного тракта, нервной системы, зрения [2].

Основными направлениями использования попутного газа, помимо сжигания, на сегодняшний день являются: использование ПНГ для выработки электроэнергии, химическая переработка, криогенная переработка, закачка в пласт.

Среди вышеназванных способов одним из наиболее распространенных является использование попутного газа в качестве топлива для электростанций

(ПНГ используется для выработки энергии на газотурбинных и газопоршневых станциях). Эффективность этого способа достаточно высока.

Химический способ переработки ПНГ используется для получения синтетического топлива при помощи технологии GTL (gas-to liquid – газ в жидкости). В ее основе лежат варианты метода Фишера-Тропша – химической реакции, происходящей в присутствии катализатора, в результате которой получают жидкие углеводороды. Сама технология представляет собой промышленный процесс химического преобразования углеводородного газа (метана и гомологов) в жидкие углеводороды. Продукты, получаемые в результате применения технологии: синтетическая нефть (смешивается и транспортируется), дизельное топливо (может использоваться на месте), прочие продукты (смазочные масла, парафины и др.) [3].

Криогенная переработка ПНГ - технология, использующая метод сжижения на базе замкнутого однопоточного холодильного цикла. Самые рентабельные из существующих на сегодня установок позволяют осуществлять переработку до 3 миллиардов м<sup>3</sup> сырья в год. Наиболее эффективным применением подобных установок будет на распределительных станциях. При этом их производительность будет напрямую зависеть от диапазона перепада давлений на входе и выходе станции [1].

В последнее время ситуация с утилизацией ПНГ стала меняться. Нефтяные компании все больше внимания уделяют проблеме рационального использования попутного газа. Активизации этого процесса способствует принятое Правительством Российской Федерации постановление № 7 от 8 января 2009 года, в котором заложено требование по доведению уровня утилизации попутного газа до 95%. В случае если этого не произойдет, нефтяным компаниям грозят высокие штрафы [4].

#### Литература

1. Инновационная мембранная технология для утилизации ПНГ // Научно-производственная компания «Грасис» [Электронный ресурс] URL: [http://www.grasys.ru/processing\\_of\\_associated\\_petroleum\\_gas/](http://www.grasys.ru/processing_of_associated_petroleum_gas/) (дата обращения: 15.10.2015)
2. Кирюшин П. А. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!» / Кирюшин П. А., Книжников А. Ю., Кочи К. В., Пузанова Т. А., Уваров С. А. // Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). — 2013.— 88 с.
3. Российский рынок утилизации попутного нефтяного газа // Информационно - аналитическое агентство Cleandex [Электронный ресурс] URL: [http://www.cleandex.ru/articles/2010/10/04/casing\\_head\\_gas\\_market](http://www.cleandex.ru/articles/2010/10/04/casing_head_gas_market) (дата обращения: 12.10.2015)
4. Утилизация ПНГ // ПАО "Газпром" [Электронный ресурс] URL: <http://www.gazprom.ru/nature/associated-gas/> (дата обращения: 25.10.2015)
5. Что такое ПНГ? // Информационно - аналитическое агентство Cleandex [Электронный ресурс] URL: <http://www.cleandex.ru/articles/2008/06/17/associated-gaz> (дата обращения: 15.10.2015)
6. Экологический мониторинг: Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе - Югре в 2012 году. – Ханты-Мансийск, 2013. – 172 с.

**МИНЕРАЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ НА УСЛОВНЫХ ЭТАЖАХ ПЕЩЕРЫ  
КИЗЕЛОВСКАЯ-ВИАШЕРСКАЯ (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)**

**А.М. Сорокина<sup>1</sup>**

Научный руководитель педагог дополнительного образования Л.Ю. Меньших<sup>2</sup>,  
ассистент, М.А. Рудмин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*  
<sup>2</sup>*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение дополнительного  
образования детей детско-юношеский центр "Спектр", г. Губаха.*

Геологические памятники являются природными музеями и представляют большую научную, познавательную и образовательную ценность. На сегодняшний день в Пермском крае насчитывается 269 особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения, из которых почти треть – геологические. [5].

В данную работу включены материалы по геологическому памятнику регионального значения – пещере Кизеловская-Виашерская, которая находится на северной окраине г. Кизела, в известняках и доломитах карбона.

В пещере развиты разнообразные формы спелеолитогенеза, изучение которых внесет вклад в развитие пещерной минералогии. Посещение пещеры является массовым, что очень вредит внутренней уникальной экологической обстановке.

Изучение и описание гидрогеологических и минералогических обстановок на каждом этаже позволит воссоздать общую картину гидрогеологических условий в пещере. *Цель работы* заключалась в изучении минералогических образований и гидрогеологических условий на каждом этаже пещеры Кизеловская-Виашерская.

Материал для исследований был собран в пещере Кизеловская-Виашерская. Автором выполнялось визуальное изучение, описание и фотосъемка минералогических образований, опробование воды. Химический анализ производился методом определения общей кальциевой жесткости раствора в лаборатории ОАО "Метафракс" Измерение влажности производилось с помощью волосяного психрометра.

Г.Н. Панарина выделила в пещере 4 этажа [1]. Ниже приводится описание гидрогеологических обстановок и минералогическая характеристика для каждого условного этажа пещеры.

Образование минералогических пещерных отложений на *первом этаже* происходило при субаквальных и субаэральных условиях. По исследованиям сталактитов и сталагмитов на первом этаже можно говорить про снижение количества поступаемого раствора. На этаже встречаются кораллиты, развивающиеся под действием капиллярности, которые образуются как в субаквальных\*, так и в субаэральных\* условиях[4]. Капез составляет в среднем 1 – 4 кап/мин. Питание линейное и площадное. Воды на этаже карстовые конденсационные и инфильтрационные. Растворы высокого пересыщения. Сезонное температурное раскачивание оказывает влияние на отложение карбоната кальция.

На *втором этаже* преимущественно развиты субаэральные условия. Сталактиты преимущественно трубчатые, что говорит о слабом, но постоянном водопритоке [2]. Питание площадное, линейное.

На *третьем этаже* представлены субаквальные и субаэральные условия образования. На данный момент субаэральные условия преобладают, но отложения карбоната кальция, которые образуются при субаквальных условиях, имеют большее распространение чем на предыдущих этажах. Питание линейное,



площадное и объемное. Растворы высокого и среднего пересыщения. Воды инфильтрационные. Питание площадного и линейного типа.

На *четвертом этаже* выражены субаквальные и субаэральные условия образования с преобладанием субаэральных. Капез активный, а также поступление инфлюационных вод. Питание линейное, площадное и объемное. Растворы среднего и высокого пересыщения. Значительно отличается грот Нижнетагильский отсутствием каких – либо натеков и капеза. Это говорит о том, что грот сравнительно молодой по сравнению с предыдущими этажами. В общем, не касаясь Нижнетагильского грота, можно определить этаж, как зону полного насыщения. Наблюдается резкое повышение минерализации воды, разнообразия и распространения минералогических образований

По результатам анализа минерализации растворов прослеживается динамика увеличения содержания ионов кальция от первого этажа к четвертому. Такие растворы можно отнести к пересыщенным. В таком же направлении происходит и увеличение капеза. На втором, третьем и четвертом этаже были обнаружены жилы с мелкими несовершенными кристаллами кальцита, для которых характерны растворы среднего пересыщения. Увеличение влияния субаквальных условий происходит при увеличении глубины в пещере. Присутствие конденсационных вод связано с приповерхностным расположением гротов первого этажа. На втором и третьем этаже преимущественно развиты инфильтрационные воды. На четвертом прослеживается появление инфлюационных вод.

Согласно классификации З.К.Тинтелозова [3] существуют 5 стадий образования пещер. 1-3 этажи пещеры Кизеловская находятся на инфильтрационно-сухой стадии. На этой стадии возможно заполнение пещеры натеками. Нижняя часть третьего и верхняя часть четвертого этажа находятся на инфильтрационно-вадозной стадии, для которой характерно наличие водотока. Низшую точку пещеры можно отнести к переходной стадии между инфлюационно-фреатической и инфлюационно-вадозной, когда наступает период отступления речного потока.

Выводы:

- 1) В пещере Кизеловская-Виашерская преобладают растворы высокого пересыщения с общей минерализацией в пределах от 70,1 до 236,47 мг/дм<sup>3</sup>.
- 2) Этажи пещеры находятся на разных стадиях формирования.
- 3) В пещере развиты как субаквальные, так и субаэральные условия образования, влияние первых повышается при увеличении глубины пещеры.

#### Литература

1. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Пермского университета, 1992 - 200 стр.
2. Дублянский В.Н., Андрейчук В.Н. Терминология спелеологии.г. Екатеринбург: УрОАН СССРг: 1991г., 202
3. Лобанов Ю.Е., Рыжков А.Ф. Стадийность развития пещер зоны активного водообмена в карбонатных отложениях. В кн.: Пещеры. Методика изучения. Пермь: Перм. ун-т., 1986 г. С 60-67
4. Степанов В.И. Структуры и текстуры минеральных агрегатов, образующихся в свободном пространстве пустот. В кн.: Спелеология в России. М.: Российский Союз Спелеологов, 1998г, с71-89
5. Геологические памятники Пермского края: Энциклопедия/Под общ.ред. И.И. Чайковского; Горный институт УрО РАН. – Пермь, 2009. – 616 с.

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОБЩЕГО  
ПОЛЬЗОВАНИЯ Г.НОВОКУЗНЕЦКА**

**А.С. Старова**

Научный руководитель доцент Н.Б. Ермак  
Кемеровский государственный университет, г. Новокузнецк, Россия

Развитие зелёных массивов (городских парков, лесов, садов, лугов) - одна из важнейших экологических задач для промышленного города, такого как г. Новокузнецк. В зеленом фонде городов особое место занимают зеленые насаждения общего пользования, так как они являются важным элементом архитектурно-планировочной структуры города, выполняют эколого-защитные функции, создают ближние рекреационные зоны, влияют на визуальные характеристики городской среды. Наиболее детально требования к нормам и качеству озеленения разрабатывались в 80-90-е гг. XX века.

Экологическая оценка состояния и запасов зеленых насаждений общего пользования в г. Новокузнецке проводится в целях получения объективной и достоверной информации о количестве и видовом составе растительности, устойчивости, жизнеспособности, поврежденности древесных растений.

При регистрации зеленых насаждений в системе городского кадастра необходимо учитывать породный состав, возраст, назначение и состояние зеленых насаждений. Поэтому, при планировании развития г. Новокузнецка, в настоящее время ведется работа по постановке деревьев на кадастровый учет, которая предполагает проведение анализа их количественного и качественного соответствия установленным требованиям и контролируется сотрудниками комитета градостроительства и земельных ресурсов.

В 2006 г, по данным отчета Управления по Дорожно-коммунальному строительству г. Новокузнецка, площадь насаждений общего пользования уменьшилась на 116,79 га по сравнению с 1979 г. и составила 336,53 га. В городе насчитывалось 55 скверов, 19 бульваров, 3 сада, 2 парка.

Согласно санитарным нормам «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», нормативная площадь зеленых насаждений общего пользования для г. Новокузнецка составляет 24,6 м<sup>2</sup> на человека. При численности жителей города в 2014 г. 550 тыс. человек, площадь зеленых насаждений общего пользования должна быть 1353 га. Это почти на 71 % меньше, чем необходимо по нормативам.

Анализ видового состава дендрофлоры показал, что он представлен 20-ю видами деревьев и 15-ю видами кустарников. 80 % насаждений образуют виды: *Populus balsamifera*, *Acer negúndo*, *Ulmus pumila*, *Bétula péndula*, *Sorbus sibirica*, *Frāxinus pennsylvānica*, *Syringa josikaea*, *Physocarpus opulifolius*.

В связи с тем, что площадь насаждений общего пользования в Новокузнецке не обеспечена на 71% и не отвечает требованиям нормативов озеленения по всем районам города, необходимо проводить работы по расширению площадей зеленых насаждений общего пользования. Но в силу архитектурно-планировочных особенностей жилых районов города, создание новых объектов ограничено. Особенно данная тенденция характерна для Центрального района, в то время как в Орджоникидзевском и Новоильинском районах имеются широкие перспективы для озеленения новых территорий.

Одновременно с увеличением зеленого фонда насаждений общего пользования, необходимо усилить мероприятия по уходу и провести частичную, а кое-где и полную реконструкцию уже имеющихся объектов: обрезка ветвей и

формование кроны, обработка фунгицидами и инсектицидами, замена старых и пораженных деревьев, рыхление и мульчирование почвы и т.д. Особенную значимость данные мероприятия приобретают в районах, где расширение площади насаждений ограничено жилыми застройками.

Для создания зеленых насаждений в условиях г. Новокузнецка можно порекомендовать использовать следующие виды древесно-кустарниковой растительности:

- для шумозащиты — *Ácer platanoides*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordáta*, *Picea ábies*, *Lárix sibíríca*, *Lonicera tatárica*, *Caragána arboréscens*, *Crataégus sanguínea*;

- для газозащиты — *Acer negúndo*, *Populus canescens* и *Pópulus nígra*, *Juniperus sabina*, *Ligústrum vulgáre* и др.;

- для пылезащиты — *Ácer tatáricum* и *Ácer platanoides*, *Populus. deltoides*, *Fraxinus lanceolata* и *Fráxinus excélsior*, *Crataégus sanguínea*, *Caragána arboréscens*, *Elaeágnus angustifólia*, *Spiraea vanhouttei*;

- для ветрозащитных посадок и затенения территории подбирают растения с наиболее плотной кроной — *Ácer platanoides*, *Tilia cordáta*, *Picea ábies* и др.

Необходимо провести коренную реконструкцию и ввести в эксплуатацию такие объекты как парк «Топольники», парк на Крепостной горе, парк «Водная», сад Металлургов ЗСМК, что позволит увеличить площадь насаждений общего пользования примерно на 225,5 га.

Особое внимание нужно уделить озеленению Орджоникидзевского и Новоильинского районов. Здесь необходимо создавать новые объекты, поскольку эти районы имеют наименьшее количество насаждений общего пользования. Для этих целей необходимо использовать все свободные от застройки площади, а также отводить для них территорию при проектировании новой застройки.

#### Литература

1. Решение Новокузнецкого городского совета народных депутатов «Об утверждении генерального плана г. Новокузнецка» от 16.06.2010 г..
2. Решение Новокузнецкого городского совета народных депутатов «Об утверждении правил благоустройства территории Новокузнецкого городского округа» от 24.12.2013 № 16/198.
3. Юскевич Н.Н. Озеленение городов России [Текст] / Юскевич Н.Н., Лунц Л.Б. - М.: Россельхозиздат, 1986. – 212 с.

#### ОЦЕНКА ЭМИССИИ МЕТАНА АВТОТРАНСПОРТОМ МИРА

**В.В. Сухоруков**

Научный руководитель старший научный сотрудник Д.Н. Гарькуша  
Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, г. Ростов-на-Дону, Россия

Метан – один из главных органических газов атмосферы нашей планеты. На современном этапе развития цивилизации одной из актуальных экологических проблем является глобальное изменение климата. Климат Земли был всегда изменчив. Основной причиной наблюдаемых климатических перетрубадий, по мнению большинства ученых, является увеличение содержания в атмосфере Земли парниковых газов (диоксида углерода, метана, закиси азота, галоидуглеродов, в том числе хлорфторуглеродных; некоторые исследователи относят к ним и пары воды),

среди которых, вторым по значимости является метан. Большой вклад в содержание метана в атмосфере вносит автотранспорт.

Общее количество транспортных средств, включая легковые автомобили, грузовики различных классов и автобусы, составило 1,015 млрд единиц в 2010 году. К 2035 году количество автомобилей во всем мире достигнет 1,7 миллиарда экземпляров. Об этом говорится в отчете Международного энергетического агентства (IEA). При этом на долю легковых автомобилей приходится примерно 77% от общего числа.

Целью настоящего исследования является оценка суммарной эмиссии метана в атмосферу всеми видами автотранспорта Ростовской области.

Для достижения данных целей были проведены замеры концентраций метана в выхлопных газах легковых и грузовых автомобилей отечественного и зарубежного производства, городского автобуса и маршрутного микроавтобуса при различных режимах работы их двигателей.

Метан в выхлопных газах является одним из продуктов неполного сгорания углеводородного топлива. Он образуется в значительно более холодном слое выхлопного газа, который в процессе сгорания примыкает к стенкам цилиндра двигателя.

Для определения концентраций метана использована специальная эластичная резиновая камера объемом 10 литров, которую герметично подсоединяли к выхлопной трубе автотранспорта и наполняли выхлопными газами. После чего шприцом отбирали из камеры по 4 мл выхлопных газов и вводили в специально подготовленный для парофазного анализа флакон с консервантом.

Согласно полученным данным в 1 м<sup>3</sup> выхлопных газов двигателей легковых автомобилей отечественного и зарубежного производства, работающих на бензине при малых оборотах (до 1 тыс. об. в минуту), содержится в среднем 79.3 мл/м<sup>3</sup>. При большей частоте вращения двигателя (2-3 тыс. об/мин.) содержание метана в выхлопных газах снижается в среднем до 22.5 мл/м<sup>3</sup> (при норме выхлопа для углеводородных газов около 70 мл/м<sup>3</sup> или 100 ppm). В выхлопных газах дизельных двигателей автотранспорта (городской автобус, маршрутный микроавтобус, грузовик) содержание метана существенно меньше – в среднем 2.7 мл/м<sup>3</sup>, с закономерным снижением его количества в выхлопе при увеличении частоты вращения двигателя.

Полученные величины содержания метана в выхлопных газах автотранспорта превышают среднюю глобальную концентрацию метана в тропосфере соответственно в 10-80 раз – для бензиновых и в 1.5-3.2 раза – для дизельных двигателей.

Считается, что один килограмм сжигаемого автомобильного топлива (бензина, солярки) приводит к образованию примерно 16 кг (или 23 м<sup>3</sup>) смеси различных газов. Данная величина показалась нам преувеличенной, поэтому было решено провести до исследования, чтобы подтвердить или опровергнуть данную величину. Для этого выполнены замеры объема выхлопных газов, выделяющихся из автомобиля за определенный промежуток времени, для чего использован специальный пакет, объемом 120 литров, который герметично подсоединяли к выхлопной трубе автотранспорта и наполняли выхлопными газами, одновременно замеряя секундомером время, за которое наполнится пакет.

Согласно полученным данным при сжигании 1 литра топлива легковых автомобилей отечественного и зарубежного производства, работающих на бензине при малых оборотах (до 1 тыс. об. в минуту), объем выделившийся смеси

выхлопных газов равен  $16 \text{ м}^3$ , что достаточно меньше официальных данных  $23 \text{ м}^3$ . Также было выяснено, что при сжигании 1 литра топлива и при большей частоте вращения двигателя (2-3 тыс. об/мин.), объём смеси выхлопных газов уменьшается  $5,4-7,2 \text{ м}^3$  (среднее  $6,3 \text{ м}^3$ ), что в 3 раза меньше  $23 \text{ м}^3$ . Что касается грузовых автомобилей отечественного и зарубежного производства, городского автобуса и маршрутного микроавтобуса, то здесь наоборот величина выбросов смеси выхлопных газов в 1,5-2 раза больше официальных данных  $23 \text{ м}^3$ , она колеблется от  $30,8 \text{ м}^3$  до  $40,1 \text{ м}^3$ .

Если пересчитать объём выхлопных газов на количество содержащегося в них метана, тогда при сжигании двигателем автомобиля 1 кг ( $\sim 1,33 \text{ л}$ ) бензина в составе выхлопных газов выделится:

- У легковых автомобилей при малых оборотах (до 1 тыс. об. в минуту) около  $723,2 \text{ мл}$  метана ( $16 \text{ м}^3 \times 45,2 \text{ мл/м}^3$  – среднее содержание метана в выхлопных газах автомобилей, работающих на бензине).

- У легковых автомобилей при большей частоте вращения двигателя (2-3 тыс. об/мин.)  $284,76 \text{ мл}$  метана ( $6,3 \text{ м}^3 \times 45,2 \text{ мл/м}^3$  – среднее содержание метана в выхлопных газах автомобилей, работающих на бензине).

При сжигании двигателем автомобиля 1 кг ( $\sim 1,25 \text{ л}$ ) солярки вместе с выхлопными газами выделится  $97 \text{ мл}$  метана, что в разы меньше, чем при сжигании 1 кг бензина.

Можно сделать вывод - что общепринятая величина  $23 \text{ м}^3$  является среднённой и её можно брать за основу для дальнейших исследований.

Расчёт количества метана, выделяющегося вместе с выхлопными газами при использовании этих типов топлива показал (см. табл. 2), что суммарная величина выделения метана автотранспортом Российской Федерации составляет  $\sim 36 \text{ млн. м}^3$  (или  $0,025 \text{ Тг/год}$ ). Это соответствует  $0,06\%$  от суммарного ежегодного поступления метана в атмосферу от естественных и антропогенных источников с территории России [1]. При примерно равных объемах потребления бензина и дизельного топлива в целом по России наибольший вклад ( $94\%$ ) вносит автотранспорт, работающий на бензине.

Согласно статистическим данным [7] на 2009 год автотранспортом мира потреблялось около 1000 млн. тонн бензинового топлива, примерно столько же расходовалось и дизельного топлива. Расчёт количества метана, выделяющегося вместе с выхлопными газами автотранспорта мира при использовании этих типов топлива показал (см. табл. 3), что суммарная величина выделения метана автотранспортом мира составляет  $\sim 1,1 \text{ млрд. м}^3$  (или  $0,774 \text{ Тг/год}$ ), из них на бензиновый автотранспорт приходится  $94\%$ .

#### Литература

1. Бажин Н.М. Метан в окружающей среде: аналит. обзор / Учреждение Рос. акад. наук Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния РАН. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2010. 56 с. (Сер. Экология. Вып. 93).
2. Бримблкумб П. Состав и химия атмосферы: Пер. с англ. М.: Мир, 1998, 352 с.
3. Гарькуша Д.Н., Федоров Ю.А. Метан в устьевой области реки Дон. Ростов-на-Дону – Москва: ЗАО «Ростиздат», 2010. 181 с.
4. МГЭИК, 2007: Отчет Межправительственной группы экспертов по изменению климата, 2007. URL: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_ru.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_ru.pdf) [дата обращения 18.12.2014]
5. Фёдоров Ю.А., Тамбиева Н.С., Гарькуша Д.Н., Хорошевская В.О. Метан в



водных экосистемах. – Ростов-на-Дону – Москва: ЗАО “Ростиздат”, 2005. 329 с.

6. <http://solex-un.ru/energo/review/avtomobilnyy-transport/obzor-1> – данные потребления автотранспортом бензина и дизельного топлива в РФ.

7. <http://www.samoupravlenie.ru/40-10.php>

### МОНИТОРИНГ СКЛАДИРОВАНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

И.А. Тайкина

Научный руководитель доцент Т.А. Архангельская

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ежедневно во всем мире в больших количествах образуются отходы потребления, которые необходимо утилизировать. Эта задача решается во всех странах с различным успехом и разными способами. В России наиболее используемым способом утилизации мусора является его захоронение на свалках и полигонах ТБО. На долю этого способа приходится в среднем 75-80% объема образующегося мусора [2, 5, 7].

Всё более возрастающее значение данной проблемы, указывает на необходимость скорейшей разработки качественных и действенных государственных и региональных программ и принятия управленческих решений для минимизации воздействия на окружающую среду, возникающих на всех этапах сбора, перевозки, хранения, комплексной переработки или уничтожения не утилизируемой части отходов [3]. При этом, для разработки и внедрения таких программ необходимо иметь полную информацию о пространственном расположении, масштабах занимаемых территорий и об объемах накопленных отходов. Однако, в настоящее время, такая информация в полном объеме и с достаточной степенью достоверности отсутствует, что затрудняет осуществление государственного экологического надзора в области обращения с отходами и принятие эффективного управленческого решения направленного на улучшение состояния окружающей среды.

Выходом из данной ситуации может стать применение дистанционных методов исследования Земли, в частности, наиболее востребованные технологии и материалы оперативного спутникового мониторинга [3]. Космические снимки, содержащие оперативную информацию об объектах размещения отходов и признаках воздействия их на природную среду вместе с другими дистанционными методами исследований, позволяют отслеживать и прогнозировать развитие негативных явлений и процессов, обнаруживать образование и динамику развития стихийных свалок. Всё это позволяет проводить эффективный и оперативный экологический мониторинг, видеть картину проблемы, контролировать соблюдение правил проектирования, эксплуатации и рекультивации полигонов [2]. Также использование космических снимков с большой обзорностью и высоким пространственным разрешением позволяет минимизировать временные, финансовые, человеческие затраты на картографирование и изучение полигонов, свалок, а также прилегающих к ним территорий.

Эффективная методика мониторинга складирования твёрдых бытовых отходов должна включать в себя следующие этапы: выбор космических снимков с необходимыми техническими и временными характеристиками, выполнение их

обработки с помощью специальных программ, дешифрирование снимков с целью выделения свалок или полигонов, загрузка полученных результатов в ГИС [1].

Для мониторинга складирования твёрдых бытовых отходов необходимо качество снимков, которое позволит уверенно дешифрировать объекты, измерять линейные размеры, площадь, определять координаты и типы свалок (бытовые промышленные, строительные и т.д.). Поэтому для мониторинга используют космические снимки сверхвысокого пространственного разрешения (0,5-1 м). Такие данные можно получить со спутников WorldView-1,2, GeoEye, Pleiades-1A, 1B, QuickBird, Iconos и др. С использованием снимков такого разрешения возможно определять и картографировать свалки размером от 10 кв. м. с вероятностью 90-95%.

Применение разновременных космических снимков на одну и ту же территорию гарантирует контроль над ранее выявленными свалками или полигонами твёрдых бытовых отходов и над выполнением мероприятий по их рекультивации, что обеспечивает тотальный безошибочный мониторинг.

Кроме измерения площадных характеристик свалок по одиночным космическим снимкам, дистанционные методы исследования позволяют измерять высоту тела свалки (с точностью до 1 м.), а также рассчитывать объём складированного мусора с помощью съёмки в стереоскопическом режиме (пара космических снимков).

Также можно определить ряд качественных параметров полигона ТБО, таких как морфологический состав, воздействие свалки на компоненты окружающей среды. Всё это позволяет составить экологический паспорт объекта. Определение химического состава смеси газов свалки возможно с помощью беспилотных летательных аппаратов со спектрометрами.

Таким образом, результаты дешифрирования космических снимков могут быть использованы для мониторинга, сбора, удаления и утилизации отходов, обеспечения контроля над соблюдением правил проектирования эксплуатации и рекультивации объектов размещения отходов. Метод интерпретации помогает своевременно и эффективно вести экологический мониторинг: отслеживать и прогнозировать развитие негативных явлений и процессов; обнаруживать образование и динамику развития стихийных свалок.

#### Литература

1. Абросимов Н. Ш.. Использование космических снимков и геоинформационных технологий для мониторинга мест складирования отходов / Абросимов Н.Ш. // Геоматика. — 2013— №1. — С. 68-74.
2. Галицкая, И. В. Экологические проблемы обращения и утилизации бытовых и промышленных отходов / И. В. Галицкая // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология: Научно-технический журнал. Российская Академия наук. — М. — 2005. — № 2. — С. 144-147.
3. Липилин Д. А. Мониторинг свалок на территории Краснодарского края по материалам спутниковых снимков (методика и результаты) / Липилин Д.А. // Современные научные исследования. Выпуск 1. - Концепт. – 2013 [Электронный ресурс] URL: <http://e-koncept.ru/2013/53126.htm>
4. Миронов А.Б. Проблема хранения твёрдых бытовых отходов / А. Б. Миронов, Н. И. Мелехова, Н. И. Володин // Экология и промышленность России: Ежемесячный общественный научно-технический журнал. — М. — 2002. — № 1. — С. 23-26.

5. Гарифзянов Р.Д. Идентификация и оценка экологического состояния территорий размещения отходов методом дешифрирования космических снимков / Гарифзянов Р.Д., Батракова Г.М. // Журнал «Вестник ПНИПУ». Прикладная экология. Урбанистика. — 2014. — № 3. — С. 86-95.
6. Экология города : Учебник / Под ред. Ф. В. Стольберга. — Киев : Либра, 2000. — 464 с.

#### **ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА «АБАЗА-ЗАРЕЧНАЯ»**

**В.И. Чиркова, П.И. Арокина**

Научный руководитель доцент М.Л. Махрова

*Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

Более 70% населения развитых стран мира проживает в городах и для них он является постоянной средой обитания, уровень комфортности которой во многом зависит от «обеспечения устойчивого развития и сохранения основных функций ландшафта, как системы поддержания жизни». Основными задачами ландшафтного планирования являются: выявление интересов природопользователей и анализ возникающих конфликтов; разработка планов действий и мероприятий, необходимых для решения конфликтов и достижения согласованных целей; содействие устойчивому развитию территории [2].

Одним из рамочных документов ландшафтного планирования является Генеральный план развития территории. На сегодняшний день для всех пяти городов Республики Хакасия разработан такой документ. Генеральный план города содержит информацию об особенностях экономико-географического положения, историко-градостроительном развитии городского округа, природно-ресурсном потенциале территории, архитектурно – планировочной структуре города, функциональном зонировании территории города, инженерной (водоотведение, тепло- и электроснабжение, устройства связи и радиофикация), транспортной (ж/д транспорт, автотранспорт, водный и городской транспорт), социальной инфраструктуре, экономической базе (население, жилищный фонд) и сфере занятости, городских зеленых насаждениях и балансе современного использования территории, т.е распределение земельного фонда города по категориям земель [1].

Город Абаза расположен в юго-западной части Республики Хакасия, в долине реки Абакан, в среднем течении, на высоте 480 - 500 метров над уровнем моря. Город территориально разделён на два района: Абаза-1 (левобережная часть города, где располагается основной жилой массив с промышленно-коммунальными объектами) и Абаза-2 (правобережная часть города, где располагается поселок лесопромышленников и кварталы индивидуальной усадебной застройки Абаза-Заречная). Градообразующим предприятием города является ОАО «ЕВРАЗРУДА» [1].

Для того, чтобы выявить особенности функционального зонирования и геоэкологических проблем, нами был исследован микрорайон «Абаза – Заречная», площадь которого составляет 129 га, с численностью населения около 2 тысяч человек. Территориальную структуру микрорайона можно охарактеризовать, как линейно-шахматную, т.к. главные (ул. Энтузиастов, ул. Трудовая, ул. Шоссейная,

ул. Дзержинского) и второстепенные улицы вытянуты в линейном направлении и поперечно-перпендикулярные.

По характеру преимущественной градостроительной и хозяйственной деятельности в «Абазе-Заречной» нами были выделены следующие функциональные зоны: селитебная – представленная индивидуальной, малоэтажной застройкой усадебного типа и двухэтажными 8-миквартирными деревянными строениями; общественно-деловая – магазины смешанных товаров №23, "Надежда", № 32, "Лакомка", «Грюн -2», " Вольяж-2" Магазин " Околица-3" Павильон "Маяк", Кондитерский цех, ДК «Юбилейный» Аптечный пункт МУП «Фармация», детский дом; рекреационная – открытый стадион, городской сосновый лес, парки; инженерно-коммунальная – трансформаторные подстанции на ул. Трудовая и ул. Баумана, котельная, теплотрасса, водопровод, накопительный канализационный отстойник, водоразборные колонки, водозабор ООО «Абаза – Энерго», насосная подкачивающая станция; и транспортная – автомагистраль Абакан – Ак-Довурак, асфальтовые и грунтовые дороги зоны.

Так как в данном микрорайоне отсутствуют крупные промышленные объекты, поэтому транспорт является основным источником загрязнения. В общей структуре транспортного потока преобладает легковой транспорт, доля грузового и автобусного транспорта в совокупности составляет лишь 20%. Средняя интенсивность на главных улицах и перекрестках колеблется в интервале от 196 авт./час до 243 авт./час. Для определения уровня шумовой нагрузки на данной территории использовался расчетный метод по интенсивности автотранспорта и он находится в пределах допустимых, в условиях города, норм – 65-70 дБ.

Зеленые насаждения в городе выполняют санитарно-гигиенические (снижение запыленности и загазованности воздуха, ветрозащитная роль) и декоративно-планировочные функции, качество реализации этих функций определяется экологическим состоянием деревьев и кустарников. Качественное состояние деревьев сосны и березы удовлетворительное: кроны развиты равномерно, с малым количеством поврежденных листьев; незначительные механические повреждения стволов; на листьях имеются галлы и мины. Отсутствуют газоны, при этом норма зеленых насаждений общего пользования на одного человека не выполнена. В придорожных участках высажены преимущественно: черноплодная рябина, черная смородина, сирень, цветники.

В целом, геоэкологическая обстановка в микрорайоне «Абаза-Заречная» удовлетворительная, однако для улучшения качества окружающей среды и оптимизации природопользования мы предлагаем: увеличить количество зеленых насаждений на улицах Энтузиастов и Трудовая; регулярно проводить уборку мусора возле промзоны и ДК «Юбилейное»; в районе церкви, детского дома, школы, стадиона и магазинов рекомендуем установить скамейки, урны и освещение; увеличить количество мусорных баков рядом с зоной специального назначения, общественно-административной и производственной зоной; возле детского дома и школы имеется пустырь, на котором предлагаем построить детскую площадку.

#### Литература

1. Генеральный план города Абаза
2. Колбовский Е.Ю. Ландшафтоведение М.: Академия, 2006. — 480 с.

**ВЛИЯНИЕ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В СРЕДНЕЮРСКУЮ ЭПОХУ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Т.Н. Шумилова**

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Целью наших исследований является реконструкция обстановок осадконакопления в среднеюрскую эпоху на юго-востоке Западной Сибири и их влияние на появление и существование экологических систем.

К экологическим системам относятся группы, в состав которых входят организмы, связанные с определенными условиями обитания и формировавшиеся под влиянием внешних факторов [1]. Особенности экологии и распространения тех или иных организмов позволяет сделать соответствующие выводы. Изучение образа жизни, условий существования этих организмов с применением всестороннего анализа литологии пород, заключающих тех или иных ископаемых, позволяет осветить характер и особенности грунта, солености, глубины, температуры (для водных организмов), климата (для наземных организмов) и прочих физико-химических факторов.

Для решения поставленных задач и целей был использован керновый материал скважины Снежная, которая расположена на юго-востоке Западной Сибири. С помощью литофациального и биофациального анализов были изучены условия формирования отложений [2].

Разрез изученной скважины представлен переслаиванием алевролитов и песчаников, с подчиненным количеством пропластков аргиллитов и угля.

В верхней части разреза (2471.00-2480.0 м) (рис. 1) породы представлены алевролитами зеленовато-серыми, светло-серыми, глинистыми, мелкозернистыми, плотными, песчаниками светло-серыми, буроватыми, мелкозернистыми, крепкими. В песчаниках периодичность косых серий алевролитовых слоев с различными углами наклона в разные стороны и следы биотурбации, свидетельствуют о том, что процесс осадконакопления проходил в прибрежно-морских условиях. Зеленоватый цвет обломочных пород обусловлен скоплением зерен глауконита, что также указывает на морской генезис этих отложений. В породах встречены остатки морских двустворок отряда *Monotidae*, указывающих на нормально-соленый режим теплого мелководного морского бассейна [3].

Формирование данных отложений происходило в условиях чередования процессов трансгрессии и регрессии и, как следствие, миграции береговой линии, что отразилось на текстурно-структурных признаках пород. Наблюдается частая смены снизу вверх мелководных фаций на более глубоководные и, наоборот. Например, на глубине 2473.0 м произошла смена глинистого алевролита карбонатистым песчаником мелкозернистым, что указывает на трансгрессию моря.

Иногда в отложениях отмечается субгоризонтальная слоистость, что свидетельствует о том, что это отложения вдольберегового бара. Волнистая слоистость на участках 2473.07-2474.52 м обусловлена беспорядочными движениями вдольбереговых течений воды.

В средней части разреза (2777.00-2793.00 м) породы представлены песчаниками буроватыми, мелкозернистыми, крепкими. Бурый цвет свидетельствует о наличии гидроксидов железа, которое образовалось в прибрежно-морских условиях. Серия мелкой косой слоистости, отмеченная в разрезе, свидетельствует о том, что осадконакопление происходило на участке берегового



вала морского бассейна. Субгоризонтальная слоистость, периодически отмечающаяся в разрезе указанного интервала, является показателем относительно спокойного гидродинамического режима во время осадконакопления.

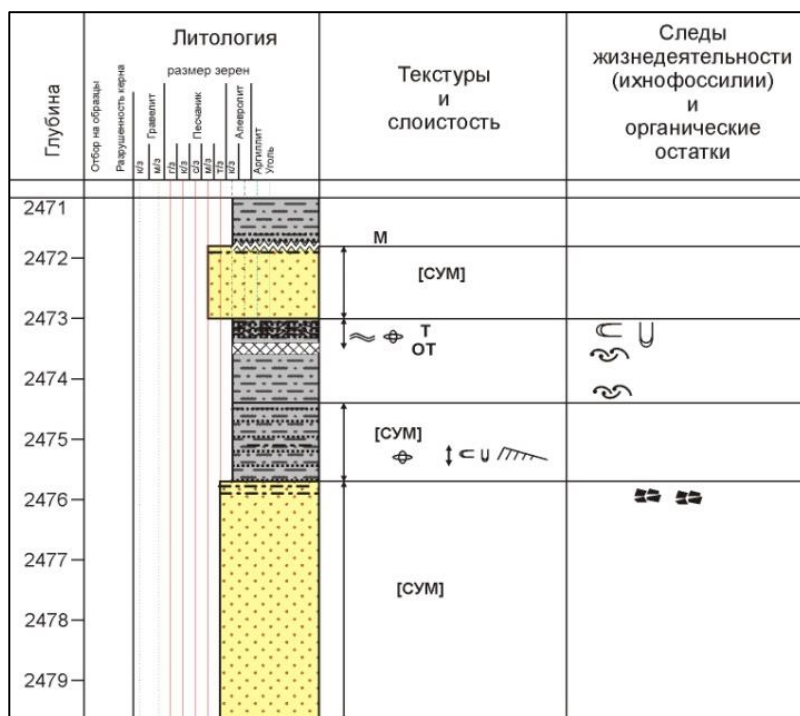


Рисунок 1– Фрагмент верхней части разреза скважины Снежная

В нижней части разреза (2795.50-2800.00 м) (рис. 2) породы представлены аргиллитами темно-серыми, светло-серыми, углистыми, плотными, углем черным с жирным блеском, песчаниками светло-серыми, мелкозернистыми, тонко-мелкозернистыми, крепкими, алевролитами серыми, песчанистыми, плотными.

В разрезе указанного интервала отмечается преимущественно субгоризонтальная слоистость и иногда косяя. Горизонтальная слоистость в алевролитах (в интервале 2793.00-2797.81 м) (рис. 2) указывает на спокойные условия седиментации в континентальных условиях. Данный интервал содержит богатый комплекс ископаемой флоры. Среди растений особенно многочисленными являются ветви хвощей (*Equisetites lateralis* и др.), спорадически встречаются хвойные (шишки *Equisetostachys* sp.) и обрывки вай папоротников (*Coniopteris vialovae*). В совокупности с текстурными признаками данный комплекс растений указывает на осадконакопление в условиях влажного климата заболоченной местности. Тем более, что алевролиты выше по разрезу сменяются слоем угля более 1.0 м.

Косая слоистость, чередование песчаника и алевролита, высокое карбонатонасыщение песчаника, появляющееся ниже по разрезу (2797.81-2801.0 м), возникли из-за периодических изменений условий осадконакопления, возможно, кратковременной трансгрессии. В этом же интервале иногда отмечаются следы растительной биотурбации и углефицированный детрит. Встречаются обрывки чекановскиеких, которые образуют большие скопления на поверхностях напластования. Эти отложения формировались в озерно-аллювиальных условиях гумидного климата.

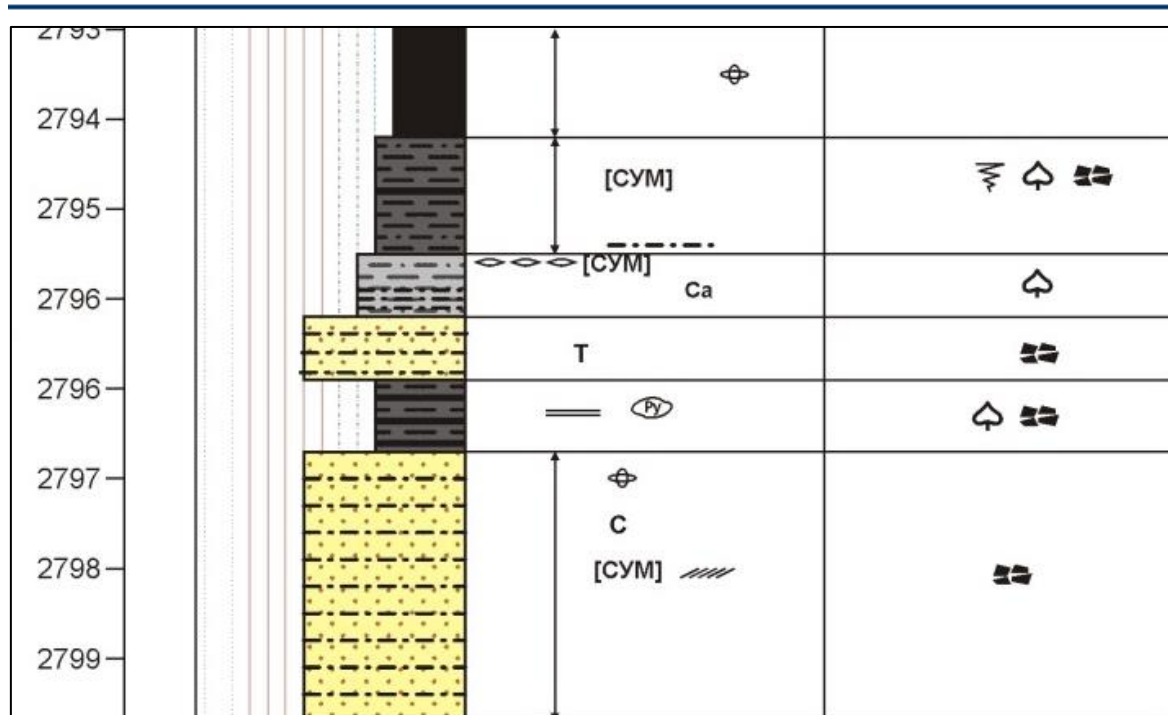


Рисунок 2 – Фрагмент нижней части разреза скважины Снежная

По разрезу часто встречаются линзовидные текстуры, преобладающие в нижней части на промежутках: 2795.50-2796.24 м, 2800.79-2802.12 м, 2810.34-2811.84 м, 2811.84-2813.44 м. Линзы заполнены в основном пиритом и углем реже светло-серым песчаником тонкозернистым. Они возникли в месте, где были небольшие волнения водной среды осадконакопления.

Проанализировав литологическую колонку данной скважины и проведя биофациальный анализ, нами были сделаны следующие выводы. Изменение обстановок осадконакопления в среднеюрскую эпоху юго-востока Западной Сибири существенно влияли на формирование экологических систем. Во время трансгрессий шло формирование морских фаций, на что указывают соответствующие текстурно-структурные и палеонтологические признаками (морские двустворки). В условиях континентального режима осадконакопления формировались озерно-аллювиальные и болотные фации влажного умеренного климата, с которым связано существование специфических экологических систем, включающих хвощи, хвойные и папоротники. В условиях гумидного климата в речных долинах широкое развитие получили представители чекановских растений.

#### Литература

1. Будыко М.И. Глобальная экология. М., «Мысль», 1997. – 327 с.
2. Ежова А.В. Литология: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 353 с.
3. Основы палеонтологии // Под ред. Орлова, М., «Москва», 1960. – 77-78 с.

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ  
МЕТРОПОЛЬРЕГИОНА РЕЙН-НЕККАР (ГЕРМАНИЯ)****З. В. Энгельбрехт-Зенкина**

Научный руководитель профессор, Г.Ю. Боярко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Экологическое ухудшение климата Земли в настоящее время, бесспорно, связано с прогрессом, вызванным постоянным увеличением производительности труда, что может привести к дальнейшему увеличению потребления природных ресурсов. Поэтому ставятся вопросы о «производительности ресурсов»: большее их использование при том же количестве затраченных; эффективности: те же преимущества при уменьшенном потреблении ресурсов; сокращении нагрузки: меньше вредных веществ, загрязняющих окружающую среду [3].

Ключевым экологическим вопросом для устойчивого развития окружающей среды является сохранение и эффективное использование природных ресурсов и их потенциала. Решение проблем экологии тесно связано с инновационными программами по энергосбережению и созданию альтернативных источников энергии. В Германии эта проблема решается на правительственном уровне. Как известно, в России, достаточно богатой энергоносителями, но выполняющей международные соглашения по экологии, проблема возобновляемых источников также актуальна [5].

В Германии принят ряд программ по энергосбережению. Планируется, что дальнейшее развитие возобновляемых источников будет происходить с учётом требований экологии. Такие виды энергии как фотовольтаика, вода и геотермия, энергия ветра, будут составлять 25 % потребляемых энергоресурсов уже после 2020 года.

Необходимо заметить, что в Германии можно выделить три фазы развития получения энергии из энергвозобновляемых источников. Первая фаза «ветряных турбин» сменяется второй, которая требует децентрализации системы энергоснабжения и расширения поля игроков, отвечающих за электроснабжение [2]. Происходит развитие и использование инноваций для получения энергии из ветра, солнца и биомассы [2]. Третья фаза осуществляется в настоящее время. Для данной фазы характерно дальнейшее развитие прикладных технологий, особенно в области фотовольтаики, и открытий в социальной сфере [2]. В третьей фазе развитие регенеративных форм энергоснабжения форсируются и на законодательном уровне. Закон о возобновляемых источниках энергии, направлен на приоритетное развитие регенеративного производства энергии, по отношению к полезным ископаемым и атомным видам энергии [1].

Лидерами в инновационном развитии источников энергии являются Метропольрегионы Германии. Например, в Метропольрегионе Рейн-Неккар успешно реализуется программа «Энергия и окружающая среда». Задачи по развитию новых источников энергии решают кластеры Метропольрегиона Рейн-Неккар: Energie & Umwelt, Umweltkompetenzzentrum Rhein-Neckar e.V. (UKOM e.V.) и StoREgio Energiespeicher- systeme e.V. (далее StoREgio). В кластер Energie & Umwelt наряду с предприятиями входят Центр европейских экономических исследований, Институт энергетических и экологических исследований, высшие учебные заведения. Кластер Energie & Umwelt работает по направлениям: энергетические и экологические концепты, возобновляемые виды энергии.

Кластер UKOM e.V. занимается экологическим менеджментом, что особенно важно. Одной из областей, в которых работает экологический центр компетенций кластера UKOM e.V., является защита окружающей среды, возможная только при использовании таких принципов как «производительность» энергоресурсов и эффективность. Такие энергоресурсы называют «умная энергия».

В задачу кластера входит генерация проектов, которая возможна только при объединении их в сети, поэтому кластер UKOM e.V. активно участвует в проекте «30 пилотных сетей» [7] для продвижения эффективности использования энергии и защиты климата. Многие из партнеров сети предлагают технологии в сфере защиты экологии и в энергосбережении. На сетевом совещании было условлено совместно в течение 3 лет сэкономить 6% энергии и сократить выбросы CO<sub>2</sub> на 7%. Кластер UKOM e.V. в области «климат и энергия» разрабатывает технологии, которые позволят создать ресурсную базу для будущих поколений [6].

Кластер StoREgio находится в тесной сетевой связи по сопряженным направлениям с другими кластерами, в частности, так решаются вопросы, связанные с формированием нормативно-правовой базы [8]. В этом контексте основным для StoREgio является создание «Проектного дома», в котором будут объединены различные «запоминающие» технологии, выполняемые в условиях режима реального времени [4].

**Выводы.** Проблема экологии окружающей среды и создание экологически безопасных источников энергии решается в Германии при помощи инновационных технологий, в частности, на региональном уровне Метропольрегиона Рейн-Неккар, где создаются сетевые системы в энергетических кластерах. «Умная энергия», новые технологии, создающие ресурсную базу будущего, направлены на экономию энергии и сокращение выбросов CO<sub>2</sub>.

#### Литература

1. Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG). 01.04.2000 Deutschen Bundestag. Berlin, 2000.
2. Mautz Rüdiger, Byzio Andreas, Rosenbaum Wolf. Auf dem Weg zur Energiewende. Die Entwicklung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in Deutschland. – Göttingen: (Hrsg) Universitätsverlag Göttingen, 2008. – 175 S.
3. Peter Horst, Moegling Klaus, Overwien Bernd. Politische Bildung für nachhaltige Entwicklung : Bildung im Spannungsfeld von Ökonomie, sozialer Gerechtigkeit und Ökologie. Immenhausen : Prolog-Verl., 2011 - 290 S.
4. Regionales Energiekonzept Metropolregion Rhein-Neckar. Langfassung Februar 2012. (Hrsg.) Zentrum für rationale Energieanwendung und Umwelt GmbH, 2012. – 367 S.  
URL: [http://www.m-r-n.com/fileadmin/user\\_upload/VRRN/Planung\\_und\\_Entwicklung/Aufgaben/Energie/Energiekonzept\\_web.pdf](http://www.m-r-n.com/fileadmin/user_upload/VRRN/Planung_und_Entwicklung/Aufgaben/Energie/Energiekonzept_web.pdf) (дата обращения 18.09 2015).
5. Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»: «Собрание законодательства РФ», 24.01.2011, N 4, ст. 622.
6. Официальный сайт кластера Umweltkompetenzzentrum Rhein-Neckar e.V.  
Раздел: Виды энергии. URL: <http://www.umweltkompetenz.org/index.php/kompetenzen/klima-energie> (дата обращения 10.10.2015).

7. Официальный сайт кластера Umweltkompetenzzentrum Rhein-Neckar e.V. Раздел: Проекты. URL: <http://www.umweltkompetenz.org/index.php/en/projekte/9-projekte/153-nawi> (дата обращения 20.10.2015).

8. Официальный сайт Метропольрегиона Рейн-Неккар. URL: <http://www.m-r-n.com/start/regionalplanung-entwicklung/gemeinschaftliche-regionalentwicklung/wirtschaftsfoerderung/energiespeichersysteme.html> (дата обращения 25.10.2015).

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

А.А. Юркин, В.А. Бокор, П.С. Харитонов

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Современное развитие нефтяной отрасли предполагает наличие ресурсоэффективных технологий, которые базируются на технических, экономических и экологических принципах. Их нарушение может привести к невозможным потерям ресурсов и нанести существенный экологический ущерб. Поэтому международные экологические стандарты ИСО 14000 предполагают повышенные виды ответственности к предприятиям, допустившим указанные нарушения [1]. Тем не менее, нефтяные компании ежегодно несут серьезные финансовые затраты, связанные с аварийными или чрезвычайными ситуациями при транспорте нефти и нефтепродуктов [2]. В связи с вышеуказанным, возникает необходимость в совершенствовании существующих и разработке новых эффективных и быстрореализуемых технологий локализации и утилизации нефтяных разливов.

Как одно из наиболее успешных существующих технико-экономических решений, [3-6] была выбрана действующая шведская установка компании «Alfa laval», её основные характеристики представлены в таблице 1. Все расчёты были выполнены для месяца работы при восьмичасовом рабочем дне и пятидневном графике; в расчётах использовалась текущая средняя цена на переработку жидкого нефтешлама (1250 руб/м<sup>3</sup>).

*Таблица 1*

*Характеристики установки компании «Alfa laval»*

Компания	Мощность	Цена	Производительность	Методы очистки
ООО «Alfa laval»	45 кВт	13 000 000	9 м <sup>3</sup> /ч	Физ-хим-био.
Цена 1 блока	Цена работы, сеть	Цена работы, поле	Полная прибыль	Окупаемость
-	34 560	-	1 800 000	7,5 мес.

Исходя из достоинств проекта компании «Alfa laval» и учитывая его недостатки, авторами была предпринята попытка создания технологии импортозамещения (моделирование новой установки), с учётом требований конечного потребителя. (таблица 2).



Таблица 2

Характеристики предлагаемого авторами решения

Компания	Мощность	Цена	Производительность	Методы
ОАО «МЫ»	15 кВт	1 545 200	2 м <sup>3</sup> /ч	физические
Цена 1 блока	Цена работы, сеть	Цена работы, поле	Полная прибыль	Окупаемость
300 000	11 520	47 232	400 000	4 мес.

Благодаря применению физических методов очистки в предлагаемом авторами решении, становится возможным приблизиться к качеству исходного сырья без серьезной потери его структуры, в отличие от других методов очистки. Поэтому можно говорить о ресурсоэффективности выбранного метода и возможности частичной регенерации исходного углеводородного сырья для дальнейшего использования.

Авторами были проведены технико-экономические расчеты для краткосрочной (3 года) и долгосрочной (10 лет) перспектив использования предлагаемого решения и его шведского аналога при условии использования только физических методов переработки (таблица 3).

Таблица 3

Сравнение размеров прибыли и объемов работы в краткосрочной и долгосрочной перспективе

Параметры	«Alfa laval» (1 установка)	«МЫ» (4 установки)
Производительность установок (м <sup>3</sup> /ч)	9	8
Расходы (установка и энергия, 3 года)	14 244 160 руб.	6 595 520 руб.
Полная прибыль (3 года)	25 920 000 руб.	23 040 000 руб.
Объем переработанного (3 года)	51 840 м <sup>3</sup>	46 080 м <sup>3</sup>
Расходы (установка и энергия, 10 лет)	17 147 200 руб.	7 563 200 руб.
Полная прибыль (10 лет)	86 400 000 руб.	76 800 000 руб.
Объем переработанного (10 лет)	172 800 м <sup>3</sup>	153 600 м <sup>3</sup>

Таким образом:

- ✓ предлагаемое решение обладает низкой стоимостью, относительно европейских аналогов;
- ✓ мобильность, небольшая мощность, малое число необходимого персонала и отсутствие расходных материалов позволяет ликвидировать последствия разлива на месте аварии, без значительных затрат, относительно применяющихся методов *ex situ*;
- ✓ дальнейшая разработка и постановка серийного производства, при необходимом финансировании, позволит дать квалифицированным специалистам новые рабочие места, а также решить проблему небольших локальных разливов, находящихся далеко от крупных нефтеперерабатывающих предприятий.

## Литература

1. Независимая газета. [Электронный ресурс]: Электрон. журн. М., 2000. URL: [http://www.ng.ru/ng\\_energiya/2014-12-09/11\\_vred.html](http://www.ng.ru/ng_energiya/2014-12-09/11_vred.html) (дата обращения 27.01.15).
2. Сайт РБК. [Электронный ресурс]: РосБизнесКансалдинг / Электрон. журн. М., 2000. URL: [http://t.rbc.ru/tyumen\\_freeneews/19/11/2014/956527.shtml](http://t.rbc.ru/tyumen_freeneews/19/11/2014/956527.shtml) (дата обращения 27.01.15).
3. Пат. 94012433 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Способ переработки нефтяных шламов и обезвреживания грунтов / Зоркин В.А., Бушуева Н.Н., Побединский Н.А, Безносов В.Н., Чевардова Н.П., Айсин Е.Х., Моисеев П.А., Чалченко В.П.; заявитель и патентообладатель Зоркин В.А., Бушуева Н.Н., Побединский Н.А, Безносов В.Н., Чевардова Н.П., Айсин Е.Х., Моисеев П.А., Чалченко В.П. - № 94012433/26; заявл. 08.04.94; опубл. 20.08.96, Бюл. № 36 (II ч.). – 3 с.
4. Пат. 2434051 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Передвижная модульная установка для утилизации нефтешламов и отходов производства нефти и газа / Ильин Р.Ю., Лукьянов А.С., Серегин С.Н., Захарьев Г.Г., Магзанов С.И. Сидоренко В.Н.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество Русэкопроект - № 2000131736/09; заявл. 11.06.10; опубл. 20.11.11, Бюл. № 32 (II ч.). – 3 с.
5. Установка «Alfa Laval» сайт компании-производителя. [Электронный ресурс]: Сайт компании «Alfa Laval» . URL: (дата обращения 10.09.14).
6. Установка Storm-15. [Электронный ресурс]: Сайт компании «Man oil group» . URL: <http://www.manoilgroup.com/media/storm-15-ru.pdf> (дата обращения 17.09.14).

## Секция 2 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

### АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ КОЛПАШЕВСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ю.Э. Аксёнова

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Деятельность в области обращения с отходами занимает особое место среди других видов природоохранной деятельности. Отходы производства и потребления негативно воздействуют на поверхностные и подземные воды, почвы, атмосферный воздух, животный и растительный мир, на пригодность недр к использованию и чистоту подземных вод, а также на состояние здоровья людей и безопасность территорий, особенно городов и других населенных пунктов. Санитарная очистка территорий муниципальных образований и утилизация твердых бытовых отходов - одно из важнейших мероприятий, направленных на обеспечение экологического благополучия населения и улучшения геоэкологического состояния территории. Суть этой проблемы заключается в том, что на территориях муниципальных образований наблюдается недостаток полигонов и площадок размещения и хранения твердых бытовых отходов.

Требования в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления были изменены 13.07.2015 года в статье 51 Федерального закона об охране окружающей среды от 10.01.2002 [4]. Поэтому некоторые уже имеющиеся полигоны стали не соответствовать новым требованиям, так как раньше этого не предусматривалось. Для того, чтобы исправить сложившуюся ситуацию было принято решение о разработке Генеральных схем санитарной очистки территории муниципальных образований Томской области.

Генеральная схема санитарной очистки территории муниципального образования - это документ, в котором отражены направления по решению комплекса работ по организации, сбору, удалению, обезвреживанию отходов и уборке территории муниципального образования [2]. Генеральная схема составляется на основании данных о расположении, площади и численности населения района.

Муниципальное образование Колпашевский район расположено в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины. Район занимает площадь 17122,38 км<sup>2</sup>. В состав муниципального образования входит Колпашевское городское поселение и 8 сельских поселений. В Колпашевском районе проживает 40324 человека. Плотность населения составляет 2.4 человека на 1 км<sup>2</sup>. Среди сельских населенных пунктов наиболее крупными по численности являются с. Тогур, с. Чажемто, с. Новоселово. Схема расположения населенных пунктов характеризуется достаточно высокой степенью разбросанности по территории района. Территория района разрезана двумя крупными реками - Обь и Кеть и десятками малых рек, что создает нестабильность и неудобство в транспортных связях внутри района и с другими регионами. Район отличается диверсифицированной структурой экономики: имеются предприятия лесной, деревообрабатывающей и пищевой промышленности, машиностроения и металлообработки, геологоразведки, сельского хозяйства, строительства [3].

На территории Колпашевского района эксплуатируются два полигона твердых бытовых отходов в селе Тогур и городе Колпашево. Полигон твердых бытовых отходов в городе Колпашево введен в эксплуатацию первого января 1989 года, его площадь составляет 50 га. В 2019 году срок его эксплуатации истекает. Полигон твердых бытовых отходов в с. Тогур был введен в 2007 году, его площадь равна 3,09 га и год окончания эксплуатации данного полигона - 2030. До 2012 года на территории района эксплуатировались восемь площадок. Две из них были рекультивированы: площадка на территории п. Дальнее в связи с заполнением в 2014 году и площадка в окрестностях с. Озерное, так как она находилась в границах водоохраной зоны реки Обь. В настоящее время функционируют шесть площадок для временного размещения (хранения и захоронения) твердых бытовых отходов в окрестностях с. Инкино, с. Копыловка, д. Новогорное, п. Большая Саровка, с. Чажемто и с. Белояровка. Срок эксплуатации всех площадок истекает в 2016-2017 годах [1, 4].

Сейчас существует острая необходимость обустройства полигонов твердых бытовых отходов в окрестностях поселений которых заканчивается срок службы площадок. Требуется строительство полигона твердых бытовых отходов на левобережье в окрестностях с. Чажемто с возможностью принятия отходов от трех поселений - Инкинского, Новогоренского и Чажемтовского. Также требуется уделить большое внимание уже существующему полигону в городе Колпашево, так как срок его эксплуатации завершается.

Ситуация, сложившаяся на территории муниципального образования Колпашевский район требует принятия определенных мер, а именно составление Генеральной схемы санитарной очистки территории муниципального образования. Руководствуясь разработанной Генеральной схемой очистки и действующим законодательством, органы местного самоуправления должны обоснованно определить стратегию и разработать программные мероприятия в области обращения с отходами производства и потребления на территории муниципального образования Колпашевский район. Все это должно быть предпринято в достаточно короткие сроки, так как состояние большинства полигонов и площадок подошли к завершению срока эксплуатации.

#### Литература

1. Государственный реестр объектов размещения отходов [Электронный ресурс]: официальный сайт // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. URL: <http://rpn.gov.ru/node/853> (дата обращения: 15.10.2015).
2. Методические рекомендации о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации [Электронный ресурс] // Информационная система МЕГАНОРМ. Москва: 2015. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294815/4294815074.htm> (дата обращения: 8.10.2015).
3. Сведения о районе [Электронный ресурс]: официальный сайт // Муниципальное образование "Колпашевский район". Колпашево: 2013. URL: [http://www.kolpadm.ru/content/kolpashevskij\\_rajon](http://www.kolpadm.ru/content/kolpashevskij_rajon) (дата обращения: 13.10.2015).
4. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 26 декабря 2001 г. № 1-ФЗ. Ст. 51. [Электронный ресурс] // Кодексы и законы Российской Федерации. URL: <http://www.zakonrf.info/zakon-ob-ohrane-okr-sredy/51/> (дата обращения: 8.10.2015).

**СЕЛЕВЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В УСТАНОВЛЕНИИ ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ  
ОТНОШЕНИЙ В ТУНКИНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (БУРЯТИЯ)**

**Н.А. Ангахаева**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Данная статья посвящена изучению селевого потока и его роль установления водных и земельных отношений в Тункинском национальном парке.

В 1991 году был образован национальный парк «Тункинский». Основанием стало постановление Совета Министров РСФСР от 27.05.1991г. №282 «О создании национального парка «Тункинский» Министерства лесного хозяйства РСФСР в Бурятской ССР». Один из крупнейших национальных парков России, границы которого совмещены одноименном муниципальным образованием [2].

Национальный парк «Тункинский» по праву можно назвать гордостью страны. Главная цель создания и функционирования парка - сохранение и развитие уникальной природной среды Тункинской долины.

Для начала стоит отметить, что на территории парка действует режим особой охраны, защиты и использования земельных участков и природных объектов. Национальный парк имеет статус особо охраняемой природной территории (ООПТ) федерального значения и находится в ведении Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Вопросы социально-экономической деятельности хозяйствующих субъектов, а также проекты развития населенных пунктов, находящихся на территориях национальных парков и их охранных зон решаются только с согласия федеральных органов исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

Совмещение границ муниципального образования и ООПТ приводит к существенным затруднениям как деятельности охраняемой территории, так и в социально экономического развития района. Взаимодействия этих территории носит сложный характер и водных и земельных отношений. Территории рек, озер относят территории парка, а земли близ лежащих этих водоемов к муниципальному образованию.

Одной из задач национального парка проводить экологический мониторинг Тункинской долины, в том числе за геологическими процессами к которым относятся селевые потоки.

Селевой поток – это самые грозное природное явление наряду с землетрясениями, цунами, ураганами нередко сопровождающемся гибелью животных и людей, разрушением дорог и мостов, жилых и других объектов. Сели отличаются от горных паводков резким подъемом уровня воды и высоким содержанием песчано-каменного материала. Главная опасность их заключается в том, что они возникают внезапно в непредсказуемых местах при выпадении интенсивных дождей завершающихся ливнями, активном снеготаянии, прорыве завальных озер, заломов, запруд и во время сильных землетрясении [1].

28 июня 2014 г. из каровых долин хребта Тункинские Гольцы одновременно сошло семь селевых потоков различного масштаба. Местные жители свидетельствуют, что всю ночь с 27 на 28 июня шел экстремальный ливень. Вода потоками шла по улицам поселка, затем с гор стали стекать грязекаменные потоки со стволами деревьев, уничтожая на своем пути все препятствия. О мощи потоков можно судить по тому, что огромные валуны размером до 3 м в диаметре были перенесены вниз, грязекаменным потоком были разрушены дома, автомобили. Судя по следам на деревьях и строениях, высота грязевого потока в районе конусов



выноса составляла более 3 м. Все долины ручьев, по которым прошли селевые потоки, размывы до коренных пород, в бортах падей обнажены делювиальные отложения. Мелкие фракции второго, пятого и шестого потоков соединились и занесли территорию и окрестности поселка.

Основными факторами схода селевых потоков явились: во-первых, переувлажненное состояние массива рыхлых отложений, во-вторых, мощный поток воды, приведший в движение массы, в-третьих, увеличение глубины сезонного оттаивания грунта. В каровых долинах, в результате экстремального ливня и оттаивания сезонномерзлых пород, скопился большой объем воды, который увлажнил толщу рыхлых отложений. Когда воды накопилось критичное количество, толща рыхлых отложений обрушилась и селевые массы двинулись вниз, вовлекая в поток пролювиально-делювиальные отложения склонов. Определенные геоморфологические условия в совокупности с наличием рыхлых отложений, представленных флювиогляциальными отложениями каров и пролювиально-делювиальными отложениями склонов и климатическими особенностями региона, такими как большие перепады температур и периодические обильные атмосферные осадки, благоприятствуют развитию оползней, обвалов, осыпей, селей.

Селевые паводки 2014 г. в Тункинских гольцах нанесли социальный и экономический ущерб поселку Аршан, который выражен в человеческих жертвах, разрушении зданий, уничтожении и повреждении огородов местных жителей. В Аршане еще предстоящие 1-3 года будут наблюдаться селевые паводки с мелкими камнями, щебнем и другими грунтами при интенсивных дождях с ливнями, активизируется эрозия

А так же необходимо урегулирования водно-земельных отношений установлений учета природных зон парка. Во избежание нормативно правовых споров между территории федерального значения (национальный парк) и территории поселка Аршан который относится территории местного значения.

Повторные разрушительные сели, не исключаются на ближайшие десятилетия, в этой связи необходимы мониторинговые исследования для прогнозирования. Научное прогнозирование схода селей минимизирует потерю материальных и других ценностей. Место развития селевых процессов однозначно устанавливается на основе анализа геоморфологических, геологических, мерзлотногидрогеологических и геодинамических условий и древних (старых) следов селе проявления.

Последствия могли быть куда более серьезными, если бы в районе бедствия плотность застройки была выше или здания были построены ближе к подножию хребта. Кроме того, селевые паводки привели к изменению некоторых компонентов окружающей среды: изменились русла действующих водотоков, уничтожены большие площади лесов, большие территории занесены песчаным материалом конусов выноса, временно, в течение нескольких дней, были перекрыты подземные минеральные источники [3].

#### Литература

1. «Байколаведение» в 2 книгах // Новосибирск, издательство «Наука», 2012.- кн. ч. - 644 с.
2. Зарубин А.Б. Анатолий Лехатинов: «Наука в Тункинском национальном парке стала формальной» //научно-популярное издание «Буряд Унэн»– 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://burunen.ru/> (дата обращения 27.10.2015).

3. Лехатинов А.М., Лехатинова Э.Б. Объекты экологического мониторинга и познавательного туризма национального парка «Тункинский» (научный – информативный путеводитель) // Иркутск, издательство ООО Репроцентр А1», 2008. 244 с.

### ПЛОТНОСТЬ ПОТОКА РАДОНА НА ТЕРРИТОРИИ ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА ГОРОДА РОСТОВА-НА-ДОНУ

Т.Г. Белая, Д.В. Батраков, Д.А. Гапонов  
Научный руководитель доцент Д.Ю. Шишкина  
Южный федеральный университет, г.Ростов-на-Дону, Россия

Как известно, газ радон-222 ( $^{222}\text{Rn}$ ) является одним из элементов радиоактивного распада урана-238, рассеянного практически повсеместно в земной коре. Основным источником его поступления в атмосферу является почва [2]. Скорость эксхалляции радона из почв и горных пород лежит в пределах от 1 до 70 мБк/м<sup>2</sup>·с при среднем значении около 16 мБк/м<sup>2</sup>·с. Скорость эксхалляции – величина непостоянная. Она зависит от многих метеорологических факторов: дождь, промерзание почвы, снежный покров уменьшает эксхалляцию; солнечная погода, ветер и пониженное атмосферное давление увеличивают скорость эксхалляции [4]. На радон-222 приходится примерно 50–55% дозы радиационного облучения, ежегодно получаемого каждым жителем Земли. Однако исследования показали, что в отдельных регионах радоновое облучение может превышать средние величины дозы на несколько порядков. Из-за значительного влияния  $^{222}\text{Rn}$  и его дочерних продуктов распада на здоровье человека мониторинг их содержания в приземном воздухе проводится во многих странах мира [2].

На территории города Ростова-на-Дону до настоящего времени мониторинг за содержанием  $^{222}\text{Rn}$  в почвах проводился только в Советском районе [1]. Ростов-на-Дону – административный центр Ростовской области и Южного федерального округа России. Октябрьский район, расположенный в северо-западной и центральной частях города, является одним из старейших и крупнейших. В настоящее время его площадь составляет 44,3 км<sup>2</sup>, а численность жителей – 166,2 тыс. человек [5]. В связи с высокой плотностью населения района (3469 чел./км<sup>2</sup>) остро встает вопрос о необходимости проведения контроля качества окружающей среды, и в частности радиационной обстановки.

Наблюдения за плотностью потока радона с поверхности почвы в Октябрьском районе впервые выполнены в июне – сентябре 2015 года. Измерение плотности потока радона основано на определении количества  $^{222}\text{Rn}$ , накопленного в пробоотборнике или в измерительной камере, за счёт поступления с поверхности известной площади. Следует отметить, что измерение плотности потока радона с поверхности грунта является обязательным элементом инженерно-экологических изысканий.

Исследования проводились на всей территории Октябрьского района: в 40 контрольных точках, на каждой из которых отбиралось по одной пробе. Все пробы впоследствии анализировались в лаборатории Экологической геофизики Института наук о Земле ЮФУ. В ходе исследований применялся радиометр «Альфарад плюс РП». Результаты измерений приведены в таблице 1, где минимальное значение

составило  $2 \pm 0$  мБк/м<sup>2</sup>·с, максимальное значение –  $65 \pm 19$  мБк/м<sup>2</sup>·с, среднее значение –  $28 \pm 8$  мБк/м<sup>2</sup>·с.

Проведенные исследования показали, что величина плотности потока радона может превышать норматив в точках 4 и 13, где значения с учётом погрешности измерений больше допустимого уровня в 80 мБк/м<sup>2</sup>·с (для земельных участков под строительство жилых домов, общественных зданий и сооружений) [3]. Выявленные аномалии приурочены к юго-восточной части района и требуют дополнительных наблюдений. С целью снижения экологического риска, обусловленного данным фактором, предлагается осуществить мониторинг плотности потока радона в выделенных точках в течение года.

Таблица 1

Результаты измерения плотности потока радона с поверхности почвы, мБк/м<sup>2</sup>·с

Номер точки	Плотность потока радона	Номер точки	Плотность потока радона	Номер точки	Плотность потока радона	Номер точки	Плотность потока радона
1	48±14	11	46±13	21	27±8	31	15±4
2	40±12	12	42±12	22	35±10	32	49±14
3	14±4	13	<b>65±19</b>	23	13±3	33	42±12
4	<b>64±19</b>	14	33±9	24	15±4	34	10±3
5	22±6	15	13±3	25	30±9	35	15±4
6	16±4	16	42±12	26	13±3	36	38±11
7	25±7	17	17±5	27	19±5	37	23±6
8	23±6	18	44±13	28	51±15	38	13±3
9	22±6	19	15±4	29	23±6	39	17±5
10	4±1	20	27±8	30	37±11	40	2±0

Примечание: жирным выделены значения, превышающие предельно допустимые.

Таким образом, по результатам исследования можно говорить о том, что большая часть Октябрьского района по данному показателю радиационной безопасности соответствует требованиям гигиенических нормативов, однако наблюдения в его юго-восточной части следует продолжить.

#### Литература

1. Батраков Д.В., Гапонов Д.А. Временная изменчивость плотности потока радона в Ростове-на-Дону // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Географы в годы войны и мира», посвященной 70-летию победы в Великой отечественной войне 1941–1945 гг. и 170-летию Русского географического общества в рамках XI Большого географического фестиваля. – М.: Издательство «Перо», 2015. – 1179 с.
2. Березина Е.В. Приземные концентрации и потоки радона-222 на территории России и оценки биогенных эмиссий углекислого газа, метана и сухого осаждения озона. – Автореф. канд. дисс. – М.: Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, 2014.

3. МУ 2.6.1.2398-08. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности. Методические указания – М.: ФГУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева Роспотребнадзора, 2008.
4. Старков В.Д., Мигунов В.И. Радиационная экология. Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2007. – 400 с.
5. Информационный сайт администрации Ростова-на-Дону: <http://rostov-gorod.info/>

### РОЛЬ РФ В ВОПРОСАХ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

С.А. Меховников, Е.А. Блюм

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В мире, где далеко не каждая страна может позволить себе тратить большое количество энергетических ресурсов на свои нужды, Российская Федерация обладает огромным сырьевым и энергетическим потенциалом и в праве распоряжаться им по своему усмотрению.

По данным независимой информационно-консалтинговой компании Enerdata в 2014 финансовом году Россия занимает высокое четвертое место в мировом рейтинге совокупного потребления энергии. По уровню потребления энергии выше Российской Федерации в данном рейтинге, находятся США, Китай и Индия. Согласно этим данным энергопотребление России в 2014 году 751 миллион тонн нефтяного эквивалента, что примерно сопоставимо с потреблением энергии в Индии, в три раза меньше, чем в США и в четыре раза меньше, чем в Китае [2].

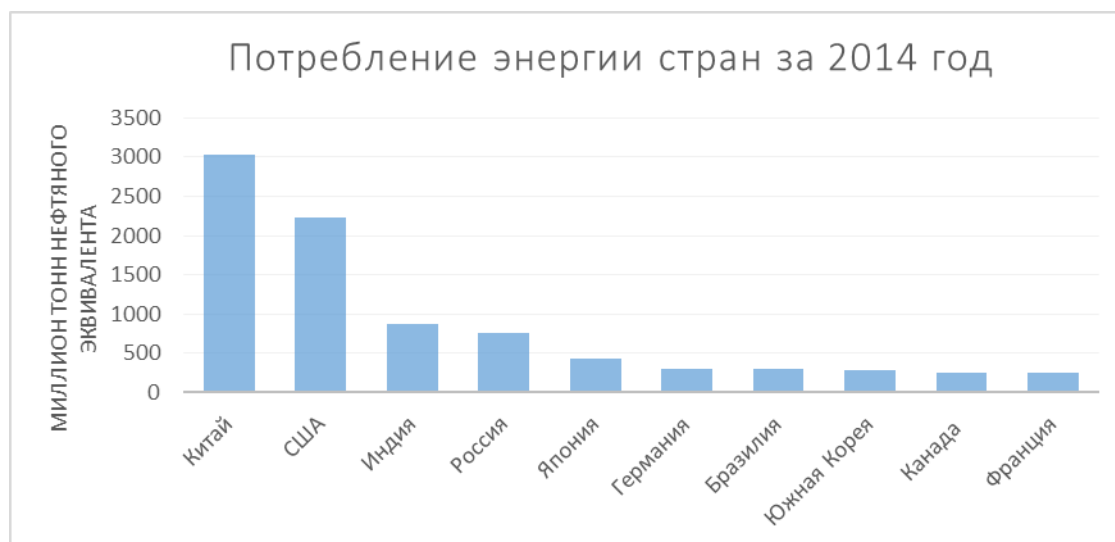


Рисунок 1 – Потребление энергии стран мира за 2014 год.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что Россия очень большая страна, для обеспечения нужд которой требуется большое количество энергии. И она получает необходимую ей энергию посредством добычи и использования угля,

природного газа, торфа, сланцев, нефти и нефтепродуктов; использования радиоактивных источников энергии на атомных электростанциях (АЭС), использования энергии воды для получения электричества на гидроэлектростанциях; так же развивает использование альтернативных источников энергии, таких как энергия солнца, ветра, океана, геотермальная энергия недр и другие источники энергии.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в РФ несут тепловые электростанции (ТЭС), работающие на угле и природном газе. При использовании данного вида топлива наносится ощутимый вред окружающей природной среде, ухудшая условия жизни людей. Ставка на ТЭС была сделана на заре развития отечественной индустрии, семьдесят лет назад. В то время о влиянии ТЭС на окружающую среду задумывались мало.

Технология производства электрической энергии на ТЭС связана с большим количеством отходов, выбрасываемых в окружающую среду, включающая химическое загрязнение воздушного бассейна, поверхностных и подземных вод, почв, геологической среды, а также физическое загрязнение которое включает в себя тепловое, радиационное, акустическое, электромагнитное. Проблема влияния энергетики на природу становится особенно острой, так как загрязнение атмосферы, гидросферы и почвенного покрова с каждым годом всё увеличивается [1].

Именно поэтому в середине прошлого века проявилось усиление прямого международного сотрудничества, проведение большого числа политических, социально-экономических и научно-технических форумов, посвященных отдельным аспектам взаимодействия общества и природы, а так же и рост числа, повышение активности и расширение компетенции международных организаций.

Такие международные организации позволяют объединить природоохранную деятельность всех заинтересованных государств независимо от их политических позиций, определяя и подчеркивая экологические проблемы из всей совокупности политических, экономических и других международных проблем [3].

Российская Федерация играет важную роль во многих всемирных экологических организациях, и участвует в обеспечении мировой энергетической безопасности в полной мере. Она имеет множество ратифицированных договоров и конвенций с другими странами в области защиты окружающей среды. Благодаря данным документам предлагаются определенные рекомендации на выбор места постройки предприятия топливно-энергетического цикла, оптимального и чистого источника энергии; места сбросов, накопления и утилизации отходов и различные другие мероприятия по улучшению безопасности.

В вопросах Россия мировой энергетической безопасности, при исторически сложившемся нерациональном энергетическом балансе с преобладанием твердых и жидких видов минерального топлива, движется в направлении регулирования собственных производственных мощностей и совместных действий с другими странами, в рамках международных соглашений.

#### Литература

1. Оценка влияния отходов тепловых электростанций (ТЭС) на здоровье населения / Матвеев Т.И., Мамонтова Ю.С. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2007. Т. 8. № 12. С. 506-512.



2. Статистический Ежегодник мировой энергетики 2015. Enerdata. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru/energy-consumption-data.html> - Загл. с экрана.

3. Официальный сайт ООН. Конвенции и соглашения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conv\\_environment.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conv_environment.shtml) - Загл. с экрана.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК ПРОРЫВА ОЗЕРА САРЕЗ

Ш.Р. Бобокбаев

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Озеро Сарез –высокогорное озеро, расположено на высоте около 3263 метров в Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистана. Это уникальный памятник природы Памира, хранилище огромных запасов чистой питьевой воды. Относится к так называемым «завальным» или «подпрудным» озерам, возникшим в результате катастрофического перекрытия русла горных рек. Оно образовалось 18 февраля 1911 года в результате 9-ти бального землетрясения, ставшего причиной грандиозного обвала, перегородившего долину р. Мургаб. В 1967 г. участок с опасностью оползня (объем рыхлых отложений — 1.25 км<sup>3</sup>) обнаружен на правом берегу озера. [1-2].

В настоящее время существует реальная опасность прорыва естественной плотины, что является источником серьезной геоэкологической опасности. В случае прорыва пострадают жители не только Таджикистана но и в соседних странах как Афганистан, Узбекистан и Туркмении. В зоне возможного подтопления по среднему и нижнему течению Аму-Дарьи сегодня проживает около 6 млн. человек. Гидрологический режим возникшего водоема до настоящего времени не стабилизировался. Уровень озера продолжает постепенно повышаться, меняются фильтрационные характеристики плотины, в придонных слоях водоема увеличивается минерализация воды. В районе озера существует реальная угроза возникновения новых крупных оползней, обвалов [3-4].

В настоящей работе анализируется возникшая опасность с позиций современного научного подхода [5]. Сарезкое озеро и Аличурский айылный округ рассматриваются как единая термодинамическая эколого – экономическая система. Подход основан на комплексном исследовании возникновения и развития опасности и включает оценку действия законов сохранения массы веществ, энергии, силы действия и противодействия от угроз метеорологического, гидрологического, геологического и биологического характера; а также оценку угроз, рисков в развитии опасностей в термодинамической эколого – экономической системе Сарезкого озера и Аличурского айылного округа. Основными этапами этого комплексного исследования являются:

- распознавание эколого – экономической опасности;
- оценка эколого – экономической опасности;
- прогноз воздействия эколого – экономической опасности;
- обеспечение эколого – экономической безопасности жизнедеятельности.

Термодинамическое состояние эколого- экономической системы водосборного бассейна Аличурского айылного округа вследствие изменения

температуры, давления, объемного веса и влажности формирует астрофизические и геодинамические явления, которые служат причинами различных видов естественных реакций сорбции и десорбции в различных компонентах биосферы (гидросфере, атмосфере, литосфере), таких как: реакции соединения, обратимые и необратимые, окислительно-восстановительные. Эти реакции являются источником происхождения опасностей, совокупного действия опасностей, зон их воздействия и влияния.

Таким образом, вследствие происходящих астрофизических и геофизических динамических процессов в биосфере, основанных на законах сохранения массы веществ и энергии, механики, возникает причинно-следственная естественная реакция сорбции и десорбции, которая обеспечивает естественный вещественный энергетический обмен между компонентами биосферы.

В зависимости от интенсивности и степени реакций сорбции и десорбции возникают различные угрозы, риски возникновения опасностей в биосфере в виде изменения ее физического, химического и термодинамического состояния, провоцируя условия для возникновения различных природных явлений метеорологического, гидрографического, геологического характера.

Практические предложения по снижению риска прорыва озера Сарез сводятся к следующему: проведение комплексных исследований термического состояния озера, завала и природы фильтрации; оценка условий обеспечения безопасности от схода оползней завала, бортов; организация работ по снижению уровня воды в Сарезском озере на 100 метров, что позволит снизить фильтрацию через тело завала и условия схода оползней с бортов. Для этого необходимо установить несколько плавающих насосных станции с производительностью 1500 – 2000 л/сек и напором 90-100 метров.

Сарезское озеро обладает огромным природно-ресурсным потенциалом, рациональное и устойчивое использование которого позволит развивать энергетику, рекреацию, туризм. Уникальный водоем может явиться центром сохранения биоразнообразия характерных ландшафтных зон, располагающихся на стыке физико-географических зон Восточного и Западного Памира.

#### Литература

1. Аслов С.М., Горелкин Е.Н. Гидрометрический мониторинг Сарезкого озера. Изд-во САНГИМ, Ташкент, 2002.-314 с.
2. Аслов С.М. Мониторинг водных ресурсов - важная задача в решении проблем бассейна Аральского моря // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - 2001. -Т.1. -№ 3. - С. 17-19.
1. Аслов С.М., Горелкин Н.Е. Многолетние изменения гидрометеорологического режима Сарезского озера // Агентство по реализации проекта решений проблем Сарезского озера. Информационный бюллетень №1-Душанбе. - 2001. - С. 40-53.
3. Абдуллаев А.С., Абдуллаев О.М. История Сарезкого озера с 1990 по настоящее время //Агентство по реализации проекта решений проблем Сарезского озера. Информационный бюллетень № 1. - Душанбе. - 2001.-С.37-39.
4. Бозов К. Ноксология, 2014. Изд-во Кыргызско - Российского Славянского университета.-235 с.

**ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ГАЗОВОГО СЕКТОРА В РФ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ (НА  
ПРИМЕРЕ ЮРХАРОВСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ЯМАЛО-  
НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)**

**К.А. Губина**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Природный газ представляет собой самый экологически безвредный ископаемый энергоноситель, так как в процессе сгорания происходит выделение меньшего объема углекислого газа, в отличие от нефти или угля. Российскому природному газу присуща высокая теплотворная способность, которая обусловлена высоким содержанием метана, поэтому он относится к самому высококачественному природному газу в мире.

Несмотря на экологическую безвредность, процесс добычи природного газа оказывает техногенное воздействие на компоненты окружающей среды, вызывая некоторые экологические проблемы.

Природная среда территорий газовых месторождений, трасс магистральных трубопроводов, близлежащих населенных пунктов в большей степени подвергается активному воздействию в ходе освоения месторождений природного газа. Это проявляется в нарушении почвенного, растительного, а также снегового покрова, поверхностных стоков, срезке микрорельефа территории. Несмотря на то, что характер нарушений временный, они вызывают сдвиг во влажном и тепловом режимах грунтовой толщи, а, следовательно, существенно изменяют ее общее состояние, что, в свою очередь, приводит к активному, зачастую необратимому развитию экзогенных геологических процессов.

Предприятия, осуществляющие добычу и переработку газа, способствуют загрязнению атмосферы, открытых водоемов, почвы углеводородами.

Аварии на объектах газовой промышленности приводят к поступлению в приземный слой атмосферы таких веществ, как непосредственно природный газ, аммиак, ацетон, этилен, различные продукты сгорания.

Изменения инженерно-геологической обстановки в процессе добычи природного газа приводит к нарушениям в окружающей среде всегда, в условиях современных методов освоения достичь их полного исключения невозможно, в связи с этим главной задачей газодобывающих предприятий является сведение к минимуму нежелательных последствий [2].

В настоящее время наиболее приоритетными проблемами во всех экономических и промышленных отраслях являются экологические проблемы. Исключением не стало предприятие ОАО «Газпром», включившее в экологическую политику предприятия экологически эффективные технологии в газовой промышленности, способствующие сохранению природной среды в районах размещения объектов [2].

В связи с этим, во время освоения газовых и газоконденсатных месторождений, территориально относящимся к районам Крайнего Севера, пристальное внимание уделено вопросам экологии, что связано с высокой степенью чувствительности природы северных территорий к техногенным воздействиям. Наиболее актуальный вопрос - наличие серьезных экологических рисков при транспортировке на объекты газодобычи химических реагентов, например, метанола [3].

Применение метанола связано с его использованием как ингибитора гидратообразования. Являясь опасным грузом, осуществление транспортировки к

удаленным газовым промыслам требуют особые меры безопасности, которые исключают вероятность возникновения аварий, разливов, утечек. Анализ риска и проведение предварительной экологической оценки последствий аварийной ситуации показывают, что значительный ущерб компонентам окружающей среды обусловлен загрязнением водных объектов.

В связи со спецификой вещества применение традиционных методов ликвидации последствий аварий, таких, как заградительные и боновые ограждения, сорбенты, скиммеры, является неэффективным. Однако, существенного снижения экологических рисков можно достигнуть при размещении производства метанола вблизи потребителей (в районах газодобычи).

Сейчас в России действуют две малотоннажные установки по производству метанола, первую из которых ввели в эксплуатацию в 2007 г. на Юрхаровском газоконденсатном месторождении, расположенном в Ямало - Ненецком автономном округе [1].

В таблице 1 сравнены основные показатели производства метанола на Юрхаровском месторождении и на крупнотоннажной установке М-300 (Новомосковская акционерная компания «Азот») с точки зрения удельного потребления ресурсов (на 1 т продукции) и отрицательного воздействия на компоненты окружающей среды [3].

Таблица 1

*Сравнение показателей различных производств метанола [3]*

Показатель	Малотоннажная установка на Юрхаровском ГКМ	М-300 на НАК «Азот»
Потребление электроэнергии, тыс.кВт·ч/т	0,50	0,922
Водопотребление, м <sup>3</sup> /т	1,855	5,75
Водоотведение сточных вод, м <sup>3</sup> /т	0,712	1,85
Выбросы дымовых газов после трубчатой печи, м <sup>3</sup> /т	12120	12500

Потребление электроэнергии, водопотребление, водоотведение и выбросы загрязняющих веществ ниже, в отличие от крупных производств этого вещества.

В качестве положительного момента с точки зрения экологии является отсутствие значительных количеств твердых промышленных отходов. Исключением являются лишь отработанные медь - и никельсодержащие катализаторы и ионообменные смолы для водоподготовки.

Таким образом, собственное производство метанола в районах расположения газовых и газоконденсатных месторождений дает возможность отказа от его транспортировки на месторождения и тем самым исключает экологический риск, связанный с возникновением аварийной ситуации.

#### Литература

1. Михельсон Л.В. // Газовая промышленность. – 2008. – №3. – с. 14.;
2. Фертикова Е.П. // Газовая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 40.;
3. Юнусов Р.Р., Шевкунов С.Н., Дедовец С.А. и др. // Газовая промышленность. – 2007. – № 12. – С. 52.

**УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

**Л.А. Дорохова**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Дальний Восток – это самая восточная часть России, которая простирается от арктических пустынь побережий морей Северного Ледовитого океана до зоны лесостепи в бассейне Амура, охватывающая также островные и полуостровные территории – Камчатку, Сахалин и Курильскую гряду. Дальневосточный регион занимает около 40% территории Российской Федерации. Данный регион включает 10 субъектов Федерации, в которых проживает 7,2 млн. чел., что составляет 4,9% населения России. На территории региона расположено 70 городов, крупнейшими из которых являются: Владивосток, Благовещенск, Комсомольск-на-Амуре, Хабаровск, Петропавловск - Камчатский, Южно-Сахалинск, Находка, Уссурийск, Магадан, Якутск [3].

В критическом состоянии находится экология Владивостока, Хабаровска, Южно-Сахалинска, Магадана и Благовещенска. Эти города, наряду с Якутском и Комсомольском-на-Амуре, причислены к населённым пунктам с наиболее неблагоприятной экологией [4].

Устойчивое развитие данного региона невозможно без обеспечения необходимого уровня его экологической безопасности. Вместе с этим, экологическая безопасность зависит от тенденций в развитии экологической обстановки, исторически сложившейся экологической специфики региона и т.д. Также немаловажными факторами являются интеллектуальные, технико-технологические и другие возможности, которые позволяют своевременно спрогнозировать и снизить существующее негативное влияние на экологию [2].

Природные экосистемы Дальнего Востока динамичны и обладают низкой степенью устойчивости по отношению к разноплановым и широкомасштабным антропогенным воздействиям. Территория имеет слабую экономическую освоенность и населённость, что влияет на сохранение относительно благоприятной экологической ситуации в целом. Однако природный ресурсный потенциал юга Дальнего Востока испытывает более существенное и интенсивное антропогенное влияние [3].

Основные экологические проблемы региона - это ресурсодобывающая и лесная отрасли. Вырубки и лесные пожары изменяют микроклимат, водный режим рек, а также уничтожают и обедняют таежные экосистемы. Разработка месторождений полезных ископаемых, в свою очередь, негативно влияет на нерестовые реки, а именно вызывает их деградацию.

Также важной проблемой является разрушение водной экосистемы Амура, охватывающей территории Забайкальского, Приморского и Хабаровского краев, Амурской области и Еврейской автономной области. Бассейн Амура занимает около 2 млн.кв.км. Приблизительно половина площади бассейна Амура находится на территории Российской Федерации, а другую половину занимают КНР и Монголия. Из всех субъектов Российской Федерации, расположенных в бассейне реки Амур, наиболее сильному негативному влиянию подвержен Хабаровский край за счет последствий неурегулированности вопросов трансграничного воздействия хозяйственной деятельности и экологической регламентации. Основная масса загрязняющих веществ поступает в Нижнеамурский бассейн со стоком рек Верхнего и Среднего Амура.



Ускоренное экономическое развитие Северо – Восточного Китая негативно влияет на экологическую ситуацию в бассейне Амура, т.к. на китайской стороне не развита сеть водоочистных сооружений, почвы загрязнены, а также леса по берегам рек сведены [1].

Также одной из проблем Приамурья является: ухудшение свойств окружающей среды; различные изменения исторически сложившихся природных экосистем (например, уменьшение толерантности экосистем к воздействию внешних факторов); повышенная экологическая напряженность; снижение биологического разнообразия. Эти проблемы обуславливаются различными природными факторами (особенностями пространственно-географического расположения бассейна Амура, климатические характеристики его территории и т.д.) и антропогенными факторами, которые зависят от развития промышленности, сельского хозяйства, лесной отрасли [2].

В заключении можно сказать, что общее состояние окружающей среды на Дальнем Востоке характеризуется несбалансированностью и негативной экологической обстановкой. Моря, реки играют важную роль в развитие Дальнего Востока. Однако, различные предприятия, которые связаны с химическими или же добывающими отраслями сливают отходы в сточные воды, что приводит к потере способностей рек к самоочищению.

Также такие загрязнители как: сточные и нефтесодержащие воды, ТЭЦ и различные судостроительные заводы пагубно влияют на воды Дальнего Востока. Т.к. оснащенность данной области очистными сооружениями слаба и нефть может просачиваться в прибрежные зоны.

Необходимо сказать и о горнодобывающей деятельности, т.к. есть опасность отравления природной среды кислотными стоками. Угольная промышленность также имеет негативные последствия, которые включают в себя загрязнение земель отходами добычи, нарушение гидрологического режима и загрязнение подземных и поверхностных вод солями тяжелых металлов, нефтепродуктами и т.д.

#### Литература

1. Межрегиональная ассоциация экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации «Дальний Восток и Забайкалье». Экосистема Дальнего Востока и Забайкалья [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://assoc.khv.gov.ru/regions/information/ecology-nature/ecosystem> (дата обращения: 03.11.2015).
2. Межрегиональная ассоциация экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации «Дальний Восток и Забайкалье». Экологическая безопасность устойчивого развития Приамурья [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://assoc.khv.gov.ru/regions/information/ecology-nature/amur-region-environmental-safety> (дата обращения: 03.11.2015).
3. Поддубный А.В. Экологические проблемы и устойчивое развитие регионов. Дальневосточный государственный университет. 2002. С. 90; 105.
4. Экология Дальнего Востока [Электронный ресурс]. – Условия доступа: [http://www.dishisvobodno.ru/eco\\_dalnii\\_vostok.html](http://www.dishisvobodno.ru/eco_dalnii_vostok.html) (дата обращения: 03.11.2015).

**ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО НЕРАВЕНСТВА В РАЗВИТИИ РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ**

**А.С. Еремин**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Российская Федерация представлена 85 регионами. Каждый из них уникален: природными условиями, геологическим строением, наличием природных ископаемых, социально-экономической политикой. Последнее зависит от ряда факторов вроде: отдаленности региона, близости к государственным границам, природного и человеческого потенциала, приоритета. Проследить развитие регионов можно благодаря ряду показателей, представленных в государственной статистике.

Рассмотрим, к примеру, объемы валового регионального продукта на душу населения на 2012 год. Уровень продукции (в том числе и услуг) производимой на душу населения в год составляет от 582666,7 рублей до 127640 рублей по округам. Максимум при этом принадлежит Уральскому федеральному округу, а минимум принадлежит Северо-Кавказскому округу. При этом стоит отметить, что это средняя цифра, так как внутри округов цифры заметно разнятся. Для данных округов это в первую очередь связано с природно-ресурсным потенциалом: Урал является металлургическим центром, а так же свой вклад вносят нефтегазовые провинции, Северный Кавказ же является аграрным округом, хотя крупные нефтяные залежи есть и здесь. Более интересной выглядит статистика по отдельным регионам: Томской области, Краснодарскому краю, Москве и Санкт-Петербургу (города федерального значения идут отдельно): 352660 рублей, 271035 рублей, 887545 рублей, 459261 рубль соответственно. Краснодарский край заметно отстает от Томской области. Это объясняется сезонностью основных видов деятельности на территории края – туризма и сельского хозяйства, когда как в области преобладает нефтегазовая и лесная промышленность. Помимо этого Томская область предлагает большое количество развлекательных услуг в виду большого количества студентов в областном центре. Москва и Санкт-Петербург являются крупными культурными и бизнес центрами.

Следующим немаловажным показателем являются иностранные инвестиции в экономику РФ: именно он показывает интерес зарубежных стран к отдельным регионам и стране в целом, что находит свое отражение и в валовом продукте.

Распределение иностранных инвестиций по регионам страны крайне неравномерно: наиболее интересны инвесторам Центральный, Северо-Западный, Уральский, Дальневосточный и Приволжский округа (2013 год). Это связано с несколькими факторами: близости к государственным границам, промышленности на территории округов, природно-ресурсного потенциала. Тем не менее, в каждом из округов распределение инвестиций так же неравномерно: например, в Дальневосточном округе больше половины инвестиций достались республике Саха и Сахалинской области. В Уральском округе самыми перспективными по иностранным меркам считаются Челябинская и Тюменская области. На 2013 год одним из самых инвестируемых районов являлся Краснодарский край, что является следствием проведения там Олимпийских игр 2014 года.

Не менее важным является и показатель инвестиций, идущих от Правительства РФ в регионы. Наряду с иностранными инвестициями данный показатель показывает интерес государства к поддержке и развитию регионов.

В целом по стране наблюдается стабильная картина: деньги отходят в основном в регионы с мощной природно-ресурсной базой: республика Татарстан, Тюменская область, Красноярский край, Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО; в районы сельского хозяйства: Волгоградская область, Ставропольский край, Нижегородская область, Самарская область. Интересная ситуация прослеживается с Краснодарским краем. Начиная с 2010 года, в край идет постоянный поток инвестиций от государства. Связано это в первую очередь с подготовкой региона к проведению зимних Олимпийских игр, разнообразных саммитов и др. И если для других регионов поток инвестиций остается на одном уровне, то для Краснодарского края он только растет. Часть инвестиций должна найти свое место в сельскохозяйственном секторе, но большая часть нацелена именно на рекреационные ресурсы и строительство.

Что касается других регионов, то поток государственных инвестиций остается на одном уровне и меняется только из-за роста инфляции. Таким образом, каждый регион получает ровно столько, сколько необходимо для поддержания какой-либо хозяйственной деятельности и оказания социальной поддержки на его территории. При этом главным фактором для получения большего количества денежных потоков остается наличие на территории региона крупного промышленного производства, месторождения или научно-технической базы.

Основной проблемой, с которой связано неравномерное развитие российских регионов, является отдаленность от центра и неравномерность расселения. Заметно различается уровень жизни людей, живущих «до» Урала и «после». Даже тот факт, что большая часть природных ресурсов сосредоточена на севере и востоке страны, не меняет положения. Связано это с тем, что около 80% населения страны проживает как раз на территориях Центрального, Приволжского, Южного, Северо-Кавказского регионов. Таким образом, развиваются стабильнее и быстрее регионы с большей плотностью населения как наиболее приоритетные в плане социального обеспечения. Другие регионы являются больше сырьевыми придатками, откуда обработанное сырье поступает в западную часть страны.

Еще одним немаловажным моментом является упадок большинства промышленных предприятий на восточной части страны из-за постепенного истощения ресурсной базы. Таким образом, идут сокращения рабочих мест, или полная ликвидация предприятий, что ведет к уменьшению потока денежных инвестиций на развитие, а так же влечет к уменьшению ВВП в регионе и, следовательно, стране в целом. Это в свою очередь ведет к увеличению индексов преступности, заболеваемости (алкоголизм и наркомания, как впервые зарегистрированные случаи); к снижению индекса средней заработной платы. Из-за этого регион теряет свою «привлекательность».

Третьей проблемой можно считать политический аспект в развитии регионов. Непонятно огромное количество инвестиций, вливаемых в сезонную рекреационную отрасль вместо, например, развития угольного или металлургического секторов. Непонятно, почему отдаленность регионов с крупной научно-технической базой от политического центра становится помехой для создания особой экономической и научной зоны и вместо продолжения освоения существующих центров начинается строительство совершенно нового с нуля. Все это находит свое отражение в развитии каждого отдельно взятого региона.

Неравномерность развития регионов становится большой проблемой для страны. Так, регионы, приближенные к государственным границам с Китаем, Казахстаном вынуждены вести «свою» внешнюю политику с этими странами,

завлекая как мигрантов, так и бизнесменов, жадных до российских ресурсов. Это в свою очередь влечет недовольство местного населения. Изменить обстановку возможно только путем пересмотра плана по развитию регионов РФ так, чтобы вернулась значимость отечественных трудовых и научных ресурсов, заключающаяся в возрождении промышленности, сельского хозяйства и науки как основы для развития страны в целом.

#### Литература

1. Регионы России. Социально-экономические показатели [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b14\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_14p/Main.htm), свободный. Дата обращения: 29.10.2015

### **ПРОБЛЕМА ВЗАИМОСВЯЗИ НАУКИ И ТЕХНИКИ С ДРУГИМИ КУЛЬТУРНЫМИ ФЕНОМЕНАМИ**

**В.А. Иванов**

Научный руководитель доцент С.В. Ковыршина  
*Сибирский государственный университет, г.Новокузнецк, Россия*

Наука и техника пронизывают все стороны жизни человечества, на протяжении всей истории, не ограничиваясь моралью, религией и политикой. Все эти явления взаимодействуют друг с другом, давая импульс к развитию в том или ином направлении, либо наоборот, ограничивая и притормаживая. Данные феномены - есть результат деятельности человеческого разума. Научные достижения часто ставят вопросы морали перед создателями и потребителями, являются аргументами в политических диалогах, заставляют задумываться о вопросах религии, определяют новые направления искусства.

Искусство в какой-то мере включает в себя технику, ведь неотъемлемым критерием оценки того или иного технического изделия является его внешняя эстетичность, промышленный дизайн. И этимологически понятие «технэ» означает искусство. А.А. Туполев, знаменитый авиаконструктор, говорил: «Некрасивый самолет не полетит!». И наука, и техника для своего развития требуют творческого подхода и мышления, не являющегося при этом единственным требованием. Опять же искусство традиционных направлений подверглось влиянию техники. Поэты уже не пишут гусиными перьями при свече, художники используют планшетные компьютеры, рисуя на сенсорном экране, вместо холста. Конечно, искусство как способ выражения человеческих мыслей и эмоций, отражения и преломления видения мира сможет существовать без науки и техники, но уже в другой форме и, возможно, с другим содержанием.

Рассматривая влияние науки и техники на религию, можно увидеть гораздо более сложное взаимодействие. Научные открытия все сильнее убеждают скептиков в своей правоте. При этом среди именитых ученых немало сторонников религии. Это вызвано, по видимости, тем, что масса научных вопросов, особенно физики элементарных частиц, космологии, и многих других фундаментальных вопросов мироздания, на сегодняшних день внятных аргументированных объяснений не имеют. И ответ, предлагаемый религией, вполне имеет право на существование, как один из вероятных. Очень ясно на связь науки с религией указал Альберт Эйнштейн

в письме к американской шестикласснице Филлис Райт: «...Всякий, кто серьезно занимается наукой, приходит к осознанию того, что в законах природы проявляется Дух, который намного выше человеческого, — Дух, пред лицом которого мы с нашими ограниченными силами должны ощущать собственную немощь. В этом смысле научные поиски приводят к религиозному чувству особого рода, которое действительно во многом отличается от религиозности более наивной» [1].

Вопросы морали, поставленные научно - техническим прогрессом все актуальней с развитием человечества. Мораль вносит как разумные, так и абсурдные коррективы в развитие науки и техники. Законы науки и техники позволяют гораздо больше, чем законы морали, при этом абсолютно ясно, что некоторые исследования достаточно опасны и должны как минимум жёстко контролироваться, в том числе и моралью. Вопросы, связанные с оружием, в том числе массового уничтожения, клонированием, робототехникой достаточно ярко иллюстрируют это. Например, оружие, в целом, как один из технических феноменов может рассматриваться моралью двояко, либо оно само наносит вред, лишь давая возможность человечеству проявлять агрессию, либо человечество и само без оружия готово вредить себе подобным. М.Т. Калашников создатель одноименного автомата говорил: «Я оружие изобрел не для убийства людей, а для защиты своего Отечества. Меня часто спрашивают: "Как вы спите, ведь столько людей из вашего автомата убили?" А я на это говорю: "Сон у меня отличный. Пусть плохо спят политики, которые затевают войны". А конструктор не виноват» [2]. Именно техника создается под потребности человека, какими бы они ни были, и когда возникает необходимость защищаться от агрессии, вызванной, в свою очередь потребностью другой группы людей, появляются подобные инструменты, и выбирать, как их использовать должен уже сам человек.

Политика являет собой средство организации общества, является продуктом человеческой мысли. Наука и техника с политической точки зрения есть еще одно средство для решения тех или иных задач. Глядя на политические процессы, легко заметить, что технически развитые страны являют собой гораздо большие политические силы, их решения и голоса имеют больше значения в сравнении со странами отсталыми. Техническое оснащение армии, как одного из важнейших политических аргументов, играет большую роль. Достижения науки и техники, появившиеся под руководством того или иного политического субъекта могут стать мощным подспорьем в предвыборной кампании.

Еще Ф.М. Достоевским было замечено, что «Там, где образование начиналось с техники, никогда не появлялось Аристотелей. Напротив замечалось необычайное суживание и скудость мысли. Там же, где начиналось с Аристотеля, тотчас дело сопровождалось великими техническими открытиями и расширением человеческой мысли» [3]. Данное высказывание четко указывает на уровень самосознания, который зависит от научно технической составляющей.

Резюмируя, стоит все же заметить, что, несмотря на такое сильное взаимодействие, человеческой природы изменить ни наука, ни техника, не в силах. И некоторые ключевые стороны рассмотренных выше культурных феноменов неизменны. Кроме частных случаев, человечество испытывает определенную потребность и в том и в другом, наука и техника, как и другие затронутые явления, решают определенные задачи перед обществом, перед личностью. Возможно, эта зависимость не так сильна и функции этих явлений сможет взять на себя нечто иное. В конечном итоге развитие всех этих культурных феноменов, науки и техники лишь отражает развитие человеческого разума.



Литература

1. Айзексон У. Эйнштейн. Его жизнь и его Вселенная. / У. Айзексон; пер. с англ. под ред. Каганова И.В. Лисовская Т.К. – М. Аст: corpus, 2015. – 195с
2. Свод житейской мудрости, Профессия: Конструктор [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.wisdomcode.info/ru/quotes/themes/61360.html>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Подгорных Л.Б. Проблемы философии науки и техники: прислушаемся к Бердяеву Н.А. / Л.Б. Подгорных // Формирование профессиональной культуры специалистов XXI века в техническом университете : сборник научных трудов 15-й Всероссийской научно-практической конференции, 24–26 марта 2015 г. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 119–124. – Библиогр.: с. 123–124 (3 назв.).

**ПРОЕКТЫ ПО ПОДЗЕМНОМУ ЗАХОРОНЕНИЮ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА**

**Ю.О. Ключникова**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В настоящее время проблема глобального потепления стала одной из самых актуальных, стоящей перед человечеством. Основной вклад в этот процесс вносит хозяйственная деятельность человека, которая приводит к увеличению выброса количества парниковых газов [4]. Одним из главных источников поступления парниковых газов в атмосферу связан с использованием ископаемого топлива. Сжигание ископаемого топлива определяет до 90% всех эмиссий углекислого газа [2]. В докладе межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) сделано заключение о необходимости стабилизации сокращения выбросов двуоксида углерода, для ограничения будущего изменения климата [1]. В данной работе будет рассмотрены перспективные пути осуществления процессов захоронения CO<sub>2</sub>

Известно, что одним из решений проблемы уменьшения выбросов является захоронение диоксида углерода в подземных резервуарах искусственного или естественного происхождения [3]. Резервуаром естественного происхождения может служить геологическая полость, которая образовалась после удаления гидрокарбонатов. Пористые и проницаемые слои породы, содержащие флюиды (нефть, вода или газ), покрываются непроницаемой крышкой – солевой или глиняной, которая не выпускает их наружу. Примерами применения данного способа хранения CO<sub>2</sub> являются: захоронение в газовое месторождение (проект CO<sub>2</sub>Sink, Германия, 2008 г.), закачка диоксида углерода в подземный нефтеносный пласт в растворенном в воде состоянии (США, 1999).

Закачивание CO<sub>2</sub> в природные резервуары является одним из перспективных методов, который может повысить нефтеотдачу. Стоимость проведение данного метода компенсируется полученными объемами нефти. Однако у данного метода есть критерии, которые ограничивают его применение – вязкость нефти должна быть не более 10-15 мПа, а пластовое давление более 8-9 МПа.

Не смотря на все положительные стороны подземного захоронения углекислого газа в работе [6] подвергается сомнению безопасность такого решения проблемы. Существует вероятность утечки CO<sub>2</sub> из геологических хранилищ, что может представлять опасность для жизни и здоровья человека [1], а также закачка

больших объемов углекислого газа в подземные хранилища может привести к землетрясениям, обвалу хранилища и последующим выбросам в атмосферу.

Один из самых перспективных и экономически целесообразных методов – это использование в качестве хранилища некондиционных угольных пластов, при котором используется уникальное свойство углекислого газа сорбироваться в объеме структуры угля, при этом осуществляется замещение диоксидом углерода сорбированного метана. В связи с этим угольные и природные массивы, непригодные для промышленного использования, являются чрезвычайно перспективными, так как метан, выделяемый при этом может покрыть стоимость хранения  $\text{CO}_2$  [4].

Существует методика захоронения диоксида углерода в глубокие соленые водоносные горизонты – подземные фракции, обычно песчаники, содержащие соленую воду. Закачивание  $\text{CO}_2$  в эти формации схоже с закачиванием в нефтяные и газовые пласты.  $\text{CO}_2$  будет частично растворяться в воде. В некоторых видах пород он будет реагировать с минералами, образуя стабильные карбонатные отложения. Перед хранением необходимо провести геологические исследования, подтверждающие герметичность зоны. Норвежский проект Слейпнер (начало реализации с 1996г. и по сей день) является примером того, что углекислый газ можно хранить в водоносном горизонте без утечек. Однако, в работе [1] освещается проблема возможных рисков окисления океана, негативного влияния на морские организмы и экосистемы.

Одним из путей решения проблемы уменьшения выбросов является создание материала, который будет абсорбировать и удерживать диоксид углерода. Так, например, в работе [5] была проверена адсорбция диоксида углерода на микропористом углеродном адсорбенте с дальнейшими возможными деформациями и температурными изменениями. В данной работе используется адсорбент, в структуре которого следующие особенности: отсутствуют мезопоры и невелика поверхность макропор. Проведенные исследования показали, что в процессе адсорбции микропористый углеродный адсорбент претерпевает достаточно сложную деформацию, что говорит о необходимости изменения свойств данного адсорбента для предотвращения возможных дальнейших утечек углекислого газа.

Разработки по захоронению диоксида углерода внедряются медленно и по мере необходимости, так как данный процесс требует высоких начальных капитальных затрат на установки выделения, концентрирования и осушки диоксида углерода; системы трубопроводного транспорта и компремирования концентрированного диоксида углерода; обустройство и подготовку ловушки для хранения; создание служб мониторинга и борьбы с авариями при транспорте и хранении  $\text{CO}_2$ .

#### Литература

1. Берт Метц, Огунладе Дэвидсон. Специальный доклад МГЭИК Улавливание и хранение двуокиси углерода, 2005
2. В.В.Кузовкин. Моделирование процессов выбросов  $\text{CO}_2$  и захоронения углерода при неэнергетическом использовании топлива // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе – 2001 -№1. - С. 34-38.
3. В.Е. Лотош. Экология природопользования // – Екатеринбург: 2007. – 554 С.
4. С.В. Сластунов, Г.Г. Карашадзе, Ю.В. Харин. Модель массопереноса диоксида углерода и метана в технологии захоронения парниковых газов в

некондиционных угольных пластах // Горный информационно – аналитический бюллетень - 2009 - №12. - С. 359-366.

5. В. Ю. Яковлев, А. А. Фомкин, А.В. Твардовский, В.А. Сеницын. Адсорбция диоксида углерода на микропористом углеродном адсорбенте АУК // Известия Академии наук. Серия химическая, 2005, №6. - С. 1331-1335.

6. Mark D. Zoback, Steven M. Gorelick. Earthquake triggering and large-scale geologic storage of carbon dioxide // Proceedings of the National Academy, 2009 - vol. 109 no. 26.

## АНАЛИЗ ИНДИКАТОРОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РОССИИ

Е.В. Коваль

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Повышение энергоэффективности - основной вектор инновационного развития страны, уменьшения негативного воздействия на природную среду и здоровья населения.

Индикаторы энергоэффективности необходимы для решения следующих задач:

1) Выявление целей социально-экономической политики для перехода к устойчивому развитию; разработка стратегий для будущего развития; прогнозирование эффекта от планируемых мероприятий.

2) Мониторинг достижения целей устойчивого развития; оценка достигнутого прогресса; информация для планирования и принятия решений органами власти.

3) Информирование, взаимосвязь с обществом и отдельными группами; привлечение общественности к участию в гражданской деятельности.

4) Межстрановые/межрегиональные сравнения; взаимоотношение страны с международным сообществом, региона с центральными властями для привлечения инвестиций, программ, грантов.

Для России энергоэффективность (энергоемкость) — ключевой индикатор, характеризующий устойчивость развития как страны в целом, так и энергетического сектора. Этот показатель входит в число базовых в большинстве систем показателей устойчивости в мире и отдельных странах.

Наиболее распространенные показатели для измерения энергоэффективности:

- энергоемкость ВВП по потреблению энергоресурсов (отношение потребления

- энергоресурсов к ВВП);

- энергоэффективность (обычно идентифицируется как обратный показатель по

- отношению к энергоемкости);

- энергоемкость ВВП по производству энергоресурсов (отношение производства первичной энергии к ВВП);

- частные показатели энергоемкости ВВП (электроемкость, теплоемкость,

- нефтеемкость, углеемкость, газоемкость ВВП) и др [1].

Для России представляется важным деление индикаторов энергоемкости по внутреннему потреблению энергоносителей и по их общему производству.

Энергоемкость по потреблению является классическим и наиболее распространенным в мире индикатором. Именно его и называют собственно энергоемкостью.

В число дополнительных энергетических индикаторов, наряду с энергоемкостью экономики в целом, целесообразно включить энергоемкость отдельных секторов, промышленности, транспорта, коммунального сектора, а также частный показатель эффективности использования топлива при производстве электроэнергии.

Энергетический фактор получил свое отражение во многих интегральных индикаторах. Его компоненты как прямо, так и косвенно учитываются при агрегировании статистических данных в единый показатель.

С точки зрения учета энергетического фактора, наиболее проработанным в теоретическом плане, имеющим хорошую статистическую базу и возможности расчета на страновом и региональном уровнях является индекс скорректированных чистых накоплений.

Значение измерения этих сбережений для политики устойчивого развития достаточно ясно: постоянно отрицательные показатели индекса отражают формирование антиустойчивого типа развития, что должно привести к ухудшению благосостояния.

Важным достоинством индекса скорректированных чистых накоплений является наличие единой методологии расчета для мира и отдельных стран, базирование на официальной статистике отдельных стран, ежегодное обновление и публикация в главном статистическом сборнике Всемирного Банка «Мировые показатели развития» (World Development Indicators).

В практическом плане индекс показывает необходимость радикального повышения энергоэффективности в стране, что позволит его значительно увеличить за счет повышения конечных экономических результатов при возможном сокращении экстенсивной малорентабельной добычи энергоресурсов.

В России расчеты, в основу которых были положены принципы методики скорректированных чистых накоплений, были проделаны для ряда регионов, в частности для такой «энергодобывающей» угольной области как Кемеровская [3].

В оценках данного показателя для области, наряду с энергетическим фактором, очень ярко проявил себя человеческий фактор. Макроэкономическая оценка ущерба по причине экологически обусловленной заболеваемости населения показывает значительные потери Кемеровской области. Заболеваемость только от загрязнения двух сред (воды и воздуха) приводит к потерям до 12% ВРП.

Истощение недр за счет добычи угля также значительно уменьшает индекс скорректированных чистых накоплений Кемеровской области. В результате при значительном росте ВРП скорректированные чистые накопления в Кемеровской области составили в среднем отрицательную величину –10% в 2001–2005 гг.

В регионе с его огромными масштабами деградации и истощения энергетических ресурсов, загрязнения окружающей среды стала актуальной ситуация, когда при формальном экономическом росте происходит экологическая деградация, и коррекция приводит к значительному сокращению традиционных показателей вплоть до отрицательных величин. При значительном росте ВРП за 2001–2005 гг. скорректированные чистые накопления в Кемеровской области

составляли в среднем отрицательную величину –10%. Все это типичные признаки «антиустойчивых» тенденций в развитии.

Современная экономика региона «живет в долг» у будущих поколений. В первую очередь, это связано с истощением запасов энергетических ресурсов, депопуляцией и короткой продолжительностью жизни населения, накопленным или прошлым экологическим ущербом в виде нарушенных и загрязненных земель, а также деградированных экосистем.

#### Литература

1. Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьева С.В., Кирюшин П.А. Б72 Энергоэффективность и устойчивое развитие. — М.: Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2010. — 148 с.
2. Бобылев С.Н., Зубаревич Н.В., Соловьева С.В., Власова Ю.С.. Индикаторы устойчивого развития: экономика, общество, природа / под ред. С.Н. Бобылева. — М.: МАКС Пресс, 2008.
3. Мекуш Г.Е. Экологическая политика и устойчивое развитие. — М.: Макс Пресс, 2007.

#### ПРОБЛЕМЫ РОСТА ПЛОЩАДЕЙ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

М.И. Колодная, А.Е. Каташова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время усиливается актуальность проблемы загрязнения земель. Свалки и полигоны расположены в непосредственной близости к населенным пунктам, занимают ценные участки [4], являются источником экологической напряженности и нуждаются в проведении рекультивационных мероприятий [5]. Расчеты, проведенные нами ранее, выявили устойчивый рост числа земельных участков, загрязненных твердыми бытовыми отходами (ТБО) – в Томской области за последнее десятилетие (2003 – 2013 гг.) он составил в среднем по 142 участка в год [2], объем образования отходов вырос вдвое.

Специалисты отмечают значительное отставание российской системы обращения с отходами от европейской [5], особенно в части землеустройства и эксплуатации припоселковых площадок для складирования ТБО. В настоящий момент все свалки (санкционированные и несанкционированные) признаны незаконными. Перевоз отходов на полигоны является нерентабельным. Попыткой разрешить это противоречие в Томской области стала организация пунктов накопления, позволяющих хранить бытовые отходы в течение полугода. Более удачным представляется понятие "мини-полигона" (место для возможного временного складирования отходов на регламентированный срок), прописанное в законодательстве Республики Беларусь [1].

Причины стремительного роста числа свалок, а соответственно, и площади загрязненных земель, представляют собой комплекс взаимосвязанных экономических, социальных и правовых проблем, вызванных недостаточной устойчивостью развития территории (табл. 1).



Таблица 1

## Проблемы роста площадей загрязненных земель и пути их решения

Экономические		Социальные		Правовые	
Причины	Пути решения	Причины	Пути решения	Причины	Пути решения
Недостаточное финансирование сбора, хранения и утилизации отходов.	Дополнительные средства для строительства перерабатывающего завода, обеспечения города необходимым числом контейнеров для дифференцированного сбора отходов, а также местами временного складирования ТБО.	Экологическая необразованность населения.	Экологическое воспитание населения.	Несовершенство законодательной базы.	Совершенствование законодательной базы.
Неразвитость инфраструктуры. Невозможность транспортировки отходов на полигон по причине большой удаленности от населенных пунктов [3].	Выделение средств на строительство дорог и обустройство пунктов накопления.	Отсутствие заинтересованности в экономической и экологической и выгодной утилизации отходов.	Повышение интереса путем материального поощрения населения за раздельный сбор и сдачу ТБО.	Отсутствие надлежащего контроля за законным регулированием складирования и утилизации отходов.	Органы местного самоуправления должны уметь воздействовать на общество доступными им полномочиями.
Неразвитость вторичного производства.	Повышение платы за утилизацию ТБО. Продвижение рынка сбора отходов, увеличение конкурентно способных компаний приведет к более интенсивному освобождению загрязненных территорий.	Отсутствие традиций раздельного сбора и сдачи ТБО	Организация раздельного сбора и сдачи ТБО. Предоставление новых рабочих мест.	Низкие штрафы за загрязнение земельных участков ТБО.	Повышение платы за загрязнение земельных участков ТБО.

Экономические, экологические, социальные и правовые факторы тесно взаимосвязаны друг с другом и влияют друг на друга. Без финансовой поддержки государством программ по хранению, утилизации и переработке отходов будет отсутствовать заинтересованность юридических лиц, занимающихся этими вопросами. Без качественной правовой базы управление загрязненными землями останется неэффективным и приведет к новым экономическим и социальным проблемам. В частности, несовершенство законодательной базы приводит к отсутствию должного контроля, росту цен на утилизацию и транспортировку отходов, нарушению технологических процессов переработки и появлению целого ряда проблем, описанных выше. Без осуществления социальных программ, население не узнает об остроте экологических проблем и не будет вносить

посильный вклад в обеспечение безопасной среды. Государство с помощью средств массовой информации, учебных заведений и т.д. должно освещать лучший мировой опыт, выпускать социальную рекламу, производить конкурсы и просвещающие семинары, предусматривать денежные поощрения.

Нами был организован и проведен социологический опрос, касающийся знаний по утилизации ТБО, рациональному использованию ресурсов и охране окружающей среды. Выборку составили 50 случайных прохожих в возрасте от 13 до 55 лет. Им были заданы следующие вопросы:

1. Знаете ли вы о контейнерах для дифференцированного сбора мусора?
2. Используете ли вы (использовали бы) их по назначению, разделяя отходы по категориям?
3. Знаете ли вы места в г. Томске по сбору картона, металлолома, стекла и др. отходов, при сдаче которых вы получаете выгоду?

Анализ ответов выявил, что о контейнерах знают 63 % опрошенных (из них 10 % видели их вблизи мест проживания); 75% - использовали бы их по назначению, а 19 % респондентов не видят необходимости утруждать себя в разделении отходов по контейнерам. 60 % участников опроса не владеют информацией о пунктах приёма отходов и даже не представляют, какую выгоду могут получить за сдачу отходов в такие пункты. Таким образом 2/3 населения г. Томска потенциально готово к раздельному сбору бытовых отходов, но лишь 10 % имеют такую возможность. Это свидетельствует о больших ресурсах в решении проблемы. Раздельный сбор и утилизация бытовых отходов способствовали бы получению новых рабочих мест, вторичного сырья для производства, а, главное, с точки зрения землеустройства, – сокращению площадей загрязненных земельных участков и снижению антропогенной нагрузки на них.

#### Литература

1. Колодная М.И., Каташова А.Е. Сравнительный анализ методов обращения с твердыми бытовыми отходами на примере Российской Федерации и Республики Беларусь / Организация устойчивого землепользования. Мат. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 90-летию землеустроительного факультета и 175-летию академии. Беларусь. Горки. 2015. – С. 47-51.
2. Кондрашова А.Е., Колодная М.И., Тарбокова Т.В. Динамика загрязнения земель города Томска [Текст]// Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых/ТПУ. – Томск, ТПУ, 2014. – С.608-609.
3. Официальный сайт Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области. Электронный ресурс. URL: <http://www.green.tsu.ru/>;
4. Пасько О.А., Мочалова Т.Н. Временное и территориальное изменение токсичности почв полигона твердых бытовых отходов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель №7. 2015. – С. 36-42.
5. Проблемы утилизации твердых бытовых отходов. Электронный ресурс. URL: <http://geo-proffesiya.sch139.minsk.edu.by/ru/main.aspx?guid=2271>. 5
6. Pasko O.A., Mochalova T.N. Toxicity Assessment of Contaminated Soils of Solid Domestic Waste Landfill // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2014. – Vol. 21: XVIII International Scientific Symposium in Honour of Academician M. A. Usov: Problems of Geology and Subsurface Development 7–11 April 2014, Tomsk, Russia. — [012044, 5 p.].

**БЕСТРАНШЕЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАК МЕТОД СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ  
ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА****Н.А. Кряжева**

Научный руководитель доцент И.В. Шарф

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Подземные коммуникации - неотъемлемый элемент решения экономических и социальных задач в рамках отдельного региона и всей страны в целом, обеспечивающий функционирование объектов как социального, так и промышленного назначения, горячей и холодной водой, электроэнергией, газом и другими видами ресурсов.

Независимо от того, какой ресурс задействован в транспортировке, процесс строительства и функционирования подземного трубопровода связан с риском нанесения экологического ущерба.

Современной практике бурения известны два способа обслуживания подземных коммуникаций: традиционный (траншейный) и бестраншейный. В данной работе был рассмотрен второй способ, а именно его преимущества с точки зрения экологической безопасности.

Бестраншейный метод представляет собой систему способов восстановления, прокладки, замены, ремонта и выявления дефектов в подземных коммуникациях с учетом минимального вскрытия земной поверхности.

На данный момент существует несколько способов бестраншейной прокладки подземных коммуникаций [1].

Первый способ - способ прокалывания земной поверхности, используется для прокладки труб малых и средних размеров (не более 400–500 мм) в глинистых и суглинистых грунтах. Применяется проталкивающая сила гидравлических домкратов. Прокладываемые трубы снабжаются специальными конусными наконечниками.

Второй способ - способ продавливания с извлечением из трубы грунтовой пробки, используется для труб диаметром 800–1720 мм в практически любом виде грунта, отличается тем, что прокладываемая труба открытым концом, снабженным ножом, вдавливается в грунт, который поступает в трубу в виде пробки и в последствии удаляется.

Третий способ - наиболее распространенный - способ горизонтально-направленного бурения, используется для прокладки труб диаметром до 1720 мм и заключается в следующем: на краю дороги или берегу реки по нужной траектории бурят пилотную скважину, превышающую размер самой трубы, а трубопровод продвигается либо одновременно с бурением скважины, либо после извлечения бурового инструмента. Для облегчения процесса используется специальный раствор бентонита, которым смазывается и формируется канал.

Выбор одного из указанных методов напрямую зависит от условий проведения работ. Бестраншейные технологии превосходно зарекомендовали себя в тех местах, где прокладка трубы традиционным способом невозможна, особенно, когда это связано с разрушением природоохранных зон (парков, скверов, садов и т.п.), поскольку это приводит к нарушению корневой структуры зеленых насаждений, понижению грунтовых вод и засыханию окружающей флоры, образованию провалов и бугров на месте траншеи по причине неравномерности ее засыпки. К тому же при закрытии траншеи довольно часто повторное использование

того же грунта невозможно, поэтому используется другой по составу грунт, вследствие чего нарушается природная равномерность почвы [6].

Особо важную роль играет наличие водоема над каналом трубопровода, поскольку в этом случае возникает угроза размыва грунта около трубы, происходит коррозия и механические повреждения, что является одной из причин аварий на трубопроводах, как следствие, непосредственное загрязнение окружающей среды. В связи с этим вопрос экологической безопасности подобных подводных переходов весьма актуален.

На этот случай современная практика бестраншейного бурения в России дополнительно включает в себя, так называемый, "метод кривых" [2]. Суть метода заключается в использовании плети изогнутых труб, устойчивых к механическому воздействию водного объекта и позволяющих сократить радиус изгиба прокладываемой плети труб в несколько раз. Ключевой особенностью метода является возможность одновременного бурения скважины и укладки трубопровода практически на любой глубине участка.

Впервые в мире данный метод был применен в 2006 г. компанией ООО «Подзембурстрой» (г. Челябинск) при бестраншейной замене газопровода диаметром 1020 мм и протяженностью 124 м на 110-м километре трассы Иgrim-Серов под р. Малая Сосьва по заказу компании ООО «Тюменьтрансгаз» (в настоящее время – ООО «Газпромтрансгаз – Югорск»).

В виду плотной застройки территории с одной стороны реки и охраняемой лесопарковой зоны с другой, а также важностью водного объекта, успех данного проекта был нагляден и связан, в первую очередь, с фактором экологической безопасности предварительно изогнутых труб.

Кроме очевидных экономических преимуществ данного метода, полученных за счет сокращения сроков реализации проекта, объема используемых материалов и оборудования, а также трудовых ресурсов вследствие практически полной механизации процесса, "метод кривых" дает возможность минимизировать или полностью предотвратить экологический ущерб, а также техногенное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, бестраншейная технология прокладки подземных коммуникаций наряду с традиционным способом бурения имеет ряд важных экологических преимуществ.

Во-первых, траншейный способ прокладки трубопровода под водными объектами не учитывает паводковых изменений уровня воды, вследствие чего подводные переходы зачастую всплывают на поверхность, что приводит к уменьшению сброса воды в реке и заболачиванию береговой зоны. В свою очередь, метод «кривых» полностью исключает всплытие трубы, а следовательно и заболачивание.

Во-вторых, как уже было сказано, срок реализации проекта значительно сокращается (с  $2^x - 3^x$  месяцев до  $2^x - 3^x$  недель), тем самым, значительно сокращается количество выхлопных газов и шума от работающего оборудования.

В-третьих, метод «кривых» позволяет сократить в 8-12 раз объемы утилизации бурового раствора, состоящего из бентонитовой глины модифицированной различными химическими полимерами (полиакрил, полиамид и т.п.). В представленном выше примере расход бентонита был сокращен до 100 раз.

В-четвертых, бестраншейное бурение позволяет использовать оборудование относительно небольшой мощности и весом, что не требует устройства

специальных подъездных путей и строительной площадки с твердым покрытием и не нарушает естественный дренаж почвы.

#### Литература

1. Барышников Е.М. Бестраншейные технологии/Е.М.Барышников//Технологии мира. - 2014. - №6. [Электронный ресурс]. - Режим доступа свободный. - URL: [http://www.ltk.svsokol.ru/usr/files/ru/about/news/zhurnal\\_tehnika\\_i\\_tehnologii\\_mira\\_%E2%84%966.pdf](http://www.ltk.svsokol.ru/usr/files/ru/about/news/zhurnal_tehnika_i_tehnologii_mira_%E2%84%966.pdf)
2. Бестраншейное строительство коммуникаций. Метод "кривых". [Электронный ресурс]. - Режим доступа свободный. - URL: <http://www.podzembur.ru/building/metodkrivih/>
3. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году». [Электронный ресурс]. - Режим доступа свободный. - URL: [http://www.green.tsu.ru/upload/File/doc/ecoobzor/doklad\\_2014web.pdf](http://www.green.tsu.ru/upload/File/doc/ecoobzor/doklad_2014web.pdf)
4. РОБТ. Итоги и перспективы развития отрасли бестраншейных технологий в России. [Электронный ресурс]. - Режим доступа свободный. - URL: <http://robt.ru/111-itogi-i-perspektivy-razvitija-otrasli-bestranshejnyh-tehnologij-v-rossii>
5. Рыбаков А. Подземные труженики. Основы бестраншейных технологий/А. Рыбаков//Основные Средства. - 2007. - №9. [Электронный ресурс]. - Режим доступа свободный. - URL: [http://www.os1.ru/article/build\\_equipment/2007\\_09\\_A\\_2008\\_03\\_11-21\\_00\\_17/](http://www.os1.ru/article/build_equipment/2007_09_A_2008_03_11-21_00_17/)
6. Экологические риски при добыче и транспортировке углеводородного сырья. [Электронный ресурс]. - Режим доступа свободный. - URL: [http://bellona.ru/filearchive/fil\\_Bellona-Glava3.pdf](http://bellona.ru/filearchive/fil_Bellona-Glava3.pdf)

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА ТОМСКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПО РАЗВИТИЮ ЭКЗОГЕННЫХ УСЛОВИЙ**

**В.А. Кузикова**

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Градостроительство – базовая отрасль, обеспечивающая устойчивое развитие населенных пунктов. Эффективное регулирование градостроительной деятельности практически невозможно без системы ее информационного обеспечения, которая позволяет координировать градостроительные решения, принимаемые на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. [2]

Градостроительный кодекс регламентирует обеспечение градостроительной деятельности информационными системами. Целью ведения таких информационных систем является обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц достоверными сведениями, необходимыми для осуществления градостроительной, инвестиционной и иной хозяйственной деятельности, проведения землеустройства. [1].

Новый этап в развитии информационного обеспечения градостроительной деятельности в г. Томске начался в конце 2007 г. Такое развитие предоставило населению и организациям сервисы для доступа к информации, такой как данным базовых станций ГЛОНАСС/GPS, градостроительным и пространственным [3].



Базовой платформой для интеграции используемых в Департаменте архитектуры и градостроительства города Томска информационных ресурсов является программный комплекс GSEE — GeoCad System Enterprise Edition («ГЕОКАД плюс») [4]. В режиме реального времени пользователь получает доступ к пространственной и семантической информации о земельных участках, правах и документах.

Информационная система обеспечения градостроительной деятельности города Томска включает в себя материалы об объекте не только в текстовой форме, но и в виде карт (схем). Заявитель имеет возможность уже при первом обращении получить информацию о запрашиваемом земельном участке (местоположение земельного участка, площадь по документу, описание смежных участков и границ), с указанием всех имеющихся прав, ограничений и обременений на нем. Информационная система позволяет сразу определить территориальную зону в которой расположен земельный участок и возможные для него виды разрешенного использования. Такая информация является определяющей при выборе земельного участка для размещения какого-либо объекта.

Но необходимо отметить, что на ведение градостроительной деятельности особое влияние оказывают так же и инженерно-геологические условия, важность изучения таких условий при любых видах градостроительства отмечается в Жилищном Кодексе, Земельном Кодексе и др.

В пределах территории города Томска широким развитием пользуются неблагоприятные физико-геологические явления. По предварительной оценке, чуть меньше половины территории города Томска поражено подтоплением, оползнеобразованием и оврагообразованием, заболачиванием и другими процессами. Это обусловлено, в первую очередь, орографическими особенностями и климатическими условиями территории [4]. Поэтому территория города Томска по физико-географическим, геологическим и гидрогеологическим условиям является потенциально опасной для развития экзогенных условий.

На основе проведенного анализа в особую группу были выделены показатели, которые необходимо внедрить в информационную систему обеспечения градостроительной деятельности г. Томска, так как именно они оказывают влияние на стоимость строительства; стоимость ремонтных работ при эксплуатации объектов капитального строительства, инженерной и транспортной инфраструктуры; проявляются в повышении или в снижении стоимости объектов недвижимости, а, следовательно, оказывают огромное влияние на качество жизни населения (рис. 1).

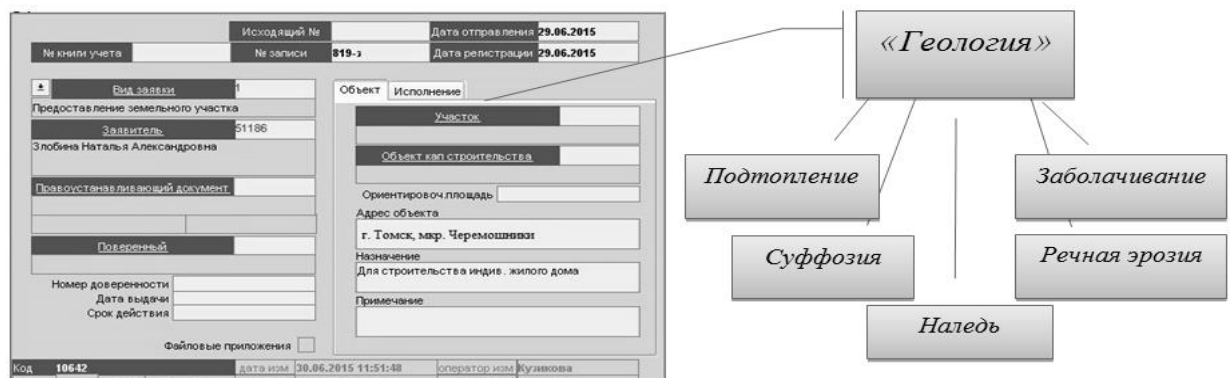


Рисунок 1 – Схема семантики объекта с добавленными слоями

Реализация данного предложения позволит обеспечить сопоставимость земельно-кадастровой информации, градостроительной с данными о инженерно-геологических условиях.

Такие дополнения позволят эффективно осваивать земельные ресурсы, утверждать целесообразные инвестиционные проекты, определять влияния возводимого объекта на существующую застройку еще на уровне проекта, определять убытки от нерационального использования земельных участков и решать другие задачи, связанные с рациональным использованием городских земель.

#### Литература

1. Бугаевский Л.М., Цветков В.Я. Геоинформационные системы. Учебное пособие для вузов. Москва, 2000, 222 с.
2. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 №190-ФЗ// принят ГД ФС РФ 22.12.2004.
3. Корнев В.И., Сидоренко С.В., Информационное и картографическое обеспечение градостроительной деятельности в г. Томске. – 2010.
4. Попов В.К., Серяков С.В., Техногенное подтопление как фактор, влияющий на стабильное функционирование городов // Вестник ТГАСУ. – 2006.-№2.-С. 131-137.
5. Приказ Министерства регионального развития РФ № 85 от 30.08.2007 г. «Об утверждении документов по ведению ИСОГД».

### АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

Е.Г. Кузьмина

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Россия относится к группе стран, которая имеет богатую ресурсную базу и обладает высокими запасами энергетических ископаемых. Задачи в области повышения энергоэффективности для Российской экономики стоят в числе наиболее значимых, первоочередных задач национальной экономики. Это одно из важнейших условий и для повышения конкурентоспособности ее отраслей, и для более полного использования традиционных конкурентных преимуществ в мировой торговле.

В России за последние 20 лет (1990-2011 гг.) имело место снижение потребления первичных энергоресурсов на 16,9 %. Это связано как с длительностью (1990-1998 гг.) периода экономического спада и его глубиной, так и со структурными сдвигами в экономике (рис. 1) [1].

В 2011 г. среднее значение энергоемкости мирового ВВП составило 0,187 кг н. э./дол. США (рис. 2). В России значение этого показателя (0,347 кг н. э./дол. США) значительно - в 1,9 раза, превышало среднемировой уровень. Для сравнения в странах с аналогичными климатическими условиями (Канада, Финляндия) показатель энергоемкости ВВП в 2011 г. был немного выше, чем среднемировой, однако, значительно ниже российского (соответственно 0,204 и 0,201 кг н. э./дол. США).

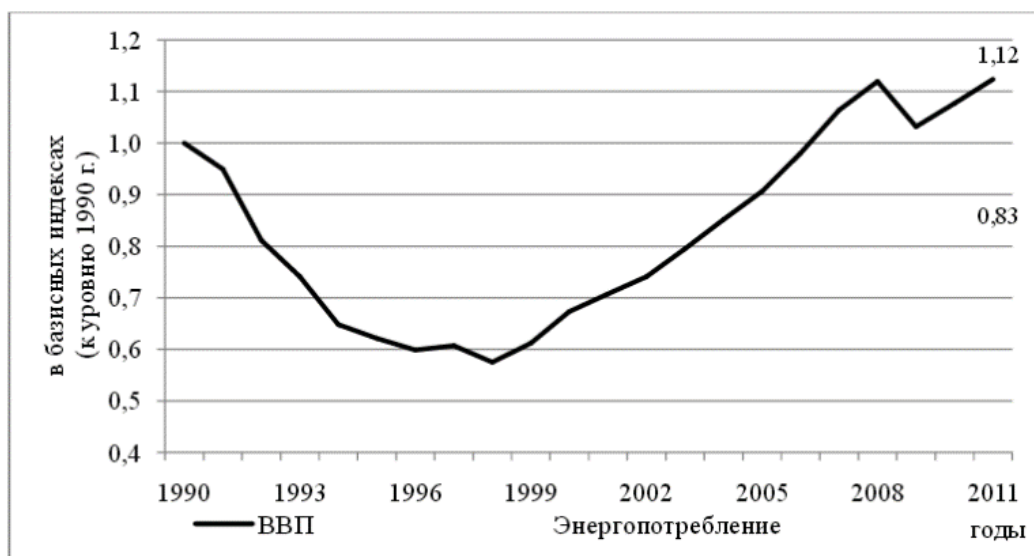


Рисунок 1 – Динамика ВВП и энергопотребления России (1999-2011 гг.) [1]

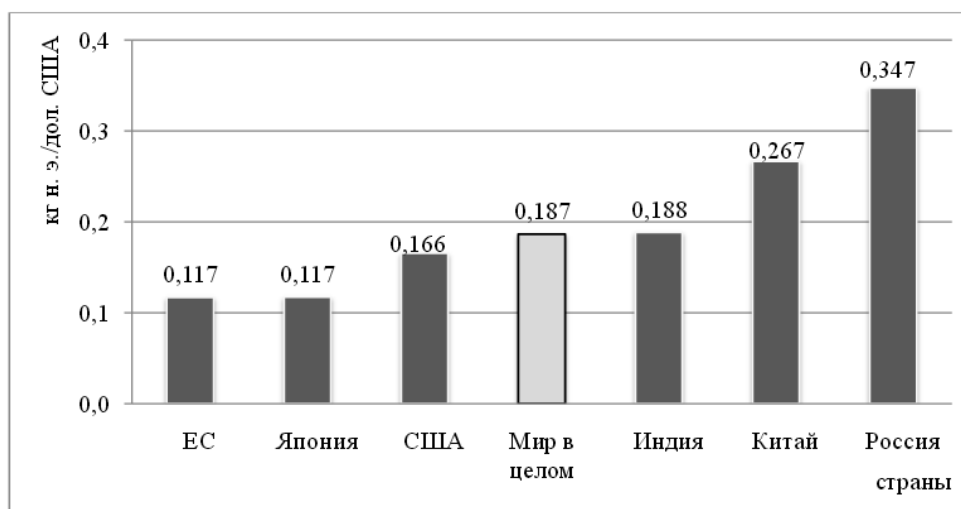


Рисунок 2 – Страновое сравнение уровня энергоёмкости ВВП, 2011 г. [1]

В целом за период 2001-2012 гг. энергоёмкость ВВП отечественной экономики, рассчитанная как отношение объёмов конечного внутреннего потребления энергии в энергетической оценке к стоимостной оценке ВВП в постоянных ценах 2012 г., сократилась на 30,5 % (рис. 3). Наиболее быстрые темпы снижения энергоёмкости имели место на периоде устойчивого роста ВВП 2001-2008 гг. В 2009-2010 гг. наблюдалось кратковременное повышение уровня энергоёмкости ВВП, но уже в 2012 г. энергоёмкость ВВП понизилась до уровня 2008 г. Электроёмкость ВВП в 2012 г. сократилась на 26,6 % к уровню 2000 г. Динамика показателя была схожа с динамикой энергоёмкости ВВП [1].

Электропотребление на душу населения в целом за период выросло на 38,7 % и в 2012 г. составило 959,0 кВт ч/чел. Среднегодовые темпы роста электропотребления на периоде 2005-2012 гг. были выше, чем на периоде 2001-2005 гг. (+3,4 % против +1,9 %).

В условиях развития отечественной экономики до введения санкций энергоёмкость в 2017 году снижается к уровню 2012 года во всех секторах (кроме сектора домашних хозяйств) (табл. 1), после введения санкций, согласно расчетам,

ожидается рост энергоёмкости в отраслях «строительство» и «транспорт». Энергопотребление на душу населения растёт в обоих вариантах прогноза, но темпы его роста в условиях санкций ниже вследствие торможения динамики роста благосостояния населения (103,3 % против 107,9 %) [2].

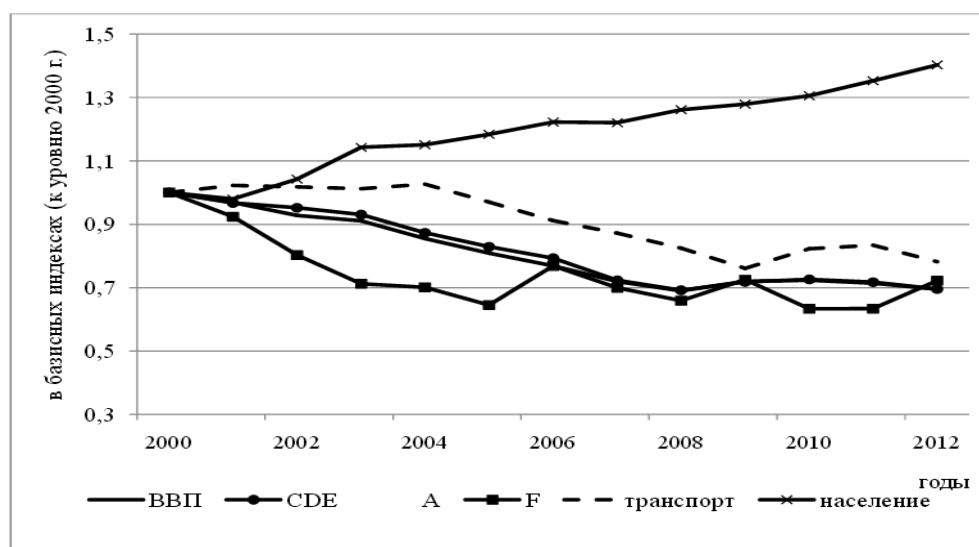


Рисунок 3 – Динамика энергоёмкости ВВП и отдельных секторов российской экономики, энергопотребления на душу населения в 2001-2012 гг. [1]

Таблица 1

Вариантные прогнозы изменения уровня энергоёмкости секторов экономики и энергопотребления на душу населения в 2017 году к уровню 2012 года, в % [2]

Наименование показателя	Вариант «до введения санкций»	Вариант «после введения санкций»
Сельское хозяйство	91,1	90,2
Промышленность	97,2	97,2
Строительство	96,2	115,2
Транспорт	98,7	102,3
Прочие виды деятельности	90,6	97,3

Таким образом, энергосбережение играет ключевую роль в снижении энергоёмкости национальной экономики и существенно влияет на темпы роста ВВП в стране.

#### Литература

1. Макаров А. А., Митрова Т. А., Кулагин В. А. Долгосрочный прогноз развития энергетики мира и России. // Экономический журнал ВШЭ, №2, 2012
2. Сценарные условия, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и предельные уровни цен (тарифов) на услуги компаний инфраструктурного сектора на 2015 год и плановый на 2016 и 2017 годов. Режим доступа: [http://economy.gov.ru//minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20120511\\_003](http://economy.gov.ru//minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20120511_003)

**ДИНАМИКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ СНЕЖНЫХ ОТВАЛОВ В ГОРОДЕ  
ТОМСКЕ**

**Е.С. Макарецова, Н.С. Ушакова**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В Томске длительность устойчивого залегания снежного покрова составляет в среднем 170 дней, высота снежного покрова за зиму - 60 см [1]. Это актуализирует проблему утилизации снега с улиц города и эксплуатации снежных отвалов. Вместе с тем, в администрации города Томска и Томской области информация о площадях снежных отвалов и времени начала эксплуатации отсутствует. Это препятствует определению их возраста и объема необходимых работ для обеспечения устойчивого развития города.

Цель работы – установление возраста и анализ динамики изменения площадей снежных отвалов г. Томска.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Проанализировать изображения снежных отвалов по адресам, используя пакет соответствующих космоснимков;
2. Определить динамику изменения снежных отвалов по годам;
3. Выявить основные тенденции изменений и дать прогноз на ближайшие годы;
4. Определить на каких территориальных зонах располагаются снежные отвалы.

Объекты исследования – четыре снежных отвала, функционирующих в настоящее время в г. Томске по адресам: Московский тракт 121, ул. Мостовая 40а, поселок Хромовка 35/2, пересечение улиц Ивановского и Высоцкого.

Методы исследования:

1. Анализ космоснимков из приложения GoogleEarth в период с 2006 по 2015 год [2];
2. Вычисление изменения площади каждого снежного отвала с момента его образования по текущий год с помощью программного обеспечения Qgis;
3. Определение территориальных зон, на которых расположены снежные отвалы путем, анализа Градостроительного атласа г. Томска [3].

Результаты исследования.

Анализ космоснимков на глубину 10 лет позволил точно установить дату начала их эксплуатации. Для снежного отвала по адресу Московский тракт это 2013 год; по адресу ул. Мостовая 40а – 2007 год; по адресу пос. Хромовка 35/2 – 2010 год; по адресу пересечение улиц Ивановского и Высоцкого – 2006 год.

На следующем этапе было определено изменение площади каждого снежного отвала с момента его образования по текущий год. На основе полученных данных определена динамика изменения площадей снежных отвалов, а так же определены приблизительные значения площадей каждого снежного отвала в 2016 году. Площадь снежного отвала по адресу Ивановского-Высоцкого в 2016 году может сократиться приблизительно на 14 %, по адресу пос. Хромовка 35/2 возрастет приблизительно на 17 %. Сделать прогноз для снежного отвала по адресу Московский тракт 121 не возможно, так как он действует всего 3 года (для прогноза необходимо минимум 5 лет). Полигон снежного отвала ул. Мостовая 40а в 2016 году может занять меньшую площадь, чем в предыдущем.



Максимальный прирост площади отмечен для снежного отвала по адресу пос. Хромовка 35/2 (+87% к исходной). Площадь снежного отвала на ул. Мостовая 40а сократилась на 30 % от исходной.

При помощи Градостроительного атласа г. Томска были определены территориальные зоны, на которых расположены снежные отвалы.

Установлено, что снежный отвал на Московском тракте находится в двух территориальных зонах – в зоне делового, общественного и коммерческого назначения и в зоне городских парков, скверов, садов, бульваров (О-1, Р-1). Зоны такого типа предназначены для организации мест отдыха населения -(парки, сады, городские леса, лесопарки, пляжи и иные объекты. На их территории не допускается строительство и расширение действующих промышленных, коммунальных и складских объектов[4]. Зона делового, общественного и коммерческого назначения выделена для обеспечения разрешительно-правовых условий и процедур формирования центра города с преимущественным спектром административных, общественных, культурных и обслуживающих видов недвижимости, разрешенного строительства и реконструкции объектов капитального строительства, связанных с удовлетворением периодических и эпизодических потребностей населения при ограничении жилых функций.

Аналогичная ситуация со снежными отвалами, расположенными по адресам – пересечение улиц Ивановского и Высоцкого и ул. Мостовой 40а (производственно-деловая зона (О-5); по адресу п. Хромовка 35/2 – в зоне городских парков, скверов, садов, бульваров (Р-1). Однако ни один из видов использования перечисленных зон не допускает размещение на них снежных отвалов. Следовательно, имеется нарушение разрешенного вида использования данных земельных участков.

Таким образом, по итогам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Годы начала эксплуатации снежных отвалов в г. Томске: по адресу Московский тракт 121 – 2013 год; по адресу пересечение улиц Ивановского и Высоцкого - 2006 год; по адресу ул. Мостовая 40а – 2007 год; по адресу пос. Хромовка 35/2 – 2010 год.

2. Средняя динамика роста площади снежных отвалов в г. Томске за 10-летний период составляет 18%.

3. Территориальные зоны, на которых расположены снежные отвалы, являются зонами городских парков, скверов, садов, бульваров (Р-1), делового, общественного и коммерческого назначения (О-1), производственно-деловая (О-5). Их использование не предусматривает размещения на них снежных отвалов и противоречит закону.

#### Литература

1. Томский градостроительный анализ. Электронный ресурс. Условия доступа [http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp\\_pub/2tom/p0211.html](http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/2tom/p0211.html).
2. GoogleEarth. Планета земля для ПК. Электронный ресурс. Условия доступа <http://www.google.com/earth/>
3. Градостроительный атлас города Томска. Электронный ресурс. Условия доступа: <http://map.admin.tomsk.ru/>
4. Градостроительное зонирование. Электронный ресурс. Условия доступа: [http://www.zemvopros.ru/page\\_4603.htm](http://www.zemvopros.ru/page_4603.htm).

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Д.И. Максимова**

Научный руководитель доцент Н.А.Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Настоящее исследование проведено в целях анализа экологических рисков для жителей города с развитой угольной промышленностью. К таким городам относится Междуреченск, город Кемеровской области. Его расположение (центральная часть Томусинского каменноугольного месторождения в месте слияния рек Томь и Уса) и характер производственной деятельности позволяют считать воздействие угольной отрасли преобладающим, главенствующим [1].

Угольные предприятия, такие как шахта Распадская, ЦОФ Кузбасская, шахта им. Шевякова располагаются на правом берегу р. Уса в 5-20 км. От черты города. Здесь же расположены ш. Им. Ленина, Усинская, ЦОФ Томусинская, р-з Ольжерасский, которые находятся в непосредственной близости от городской черты. На левом берегу р.Томь размещены разрезы Красногорский, Томусинский, Междуреченский и ш. Томская, где круглосуточно ведутся выемочно-погрузочные и буровые работы, а также 1 раз в неделю производятся массовые взрывы горных пород. При преобладании юго-западных ветров большая доля загрязняющих веществ достигается города. Имеется 4 угольных разрезов: «Красногорский», «Томусинский», «Междуреченский», «Ольжерасский» с ежегодной добычей свыше 56 тыс. т. топлива. Основная техника на угольных разрезах: экскаваторы, бурстанки, бульдозеры.

В структуре распространенности болезней в Кемеровской области на первом месте у детей и подростков – болезни органов дыхания. У взрослых лидируют болезни системы кровообращения. На втором месте у детей – травмы и отравления, у подростков – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани. У взрослых второе место занимают болезни органов дыхания. На третьем месте у детей и подростков располагаются болезни глаза и его придаточного аппарата, у взрослых – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани [3].

Задача исследования состояла в оценке уровня накопления в почвах тяжелых металлов. Опробование проводилось по сети наблюдений 250x250 м. Пробы отбирались из наиболее загрязненного верхнего горизонта рыхлых отложений в соответствии с ГОСТ. В пробах содержание тяжелых металлов определено методом электронной спектроскопии (полуколичественный анализ), ртути – атомно-адсорбционным методом. Анализы части проб продублированы методами инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Сходимость по выбранным элементам удовлетворительная.

Территория г. Междуреченск разделена на 4 района: Западный, Прибрежный (примыкает к реке Томи), Восточный, и Промышленный (промышленная зона). К Западному району примыкает поселок Сыркаши. В таблице 1 приведено содержание микроэлементов в почво-грунтах промышленного и жилых районов города Междуреченск, по данным [4]. Почвы различных районов города отличаются содержанием тех или иных элементов.

Таблица 1

Средние содержания элементов в почвах г. Междуреченска, мг/кг

Химический элемент	Восточный район (81 проба)	Западный район (48 проб)	Прибрежный район (26 проб)	Промышленный район (44 пробы)	В целом по городу (199 проб)	ПДК, мг/кг [9]	Нормативы, Нидерланды [10]
	1	2	3	4	5		
Элементы I класса опасности							
Hg	0,20±0,02	0,13±0,02	0,09±0,02	0,12±0,02	0,15±0,01	2,1	0,3
Pb	37±4	37±6	33±7	34±4	35±3	6,0	85
Zn	128±14	91±16	97±19	94±9	108±4	23,0	140
As	14±1	9±2	8±2	10±1	11±1	2,0	29
Элементы II класса опасности							
Cr	62±7	83±14	78±16	72±10	71±5	6,0(Cr <sup>+3</sup> ) 0,05(Cr <sup>+6</sup> )	100
Ni	48±5	47±8	38±8	37±5	43±3	4,0	35
Co	19±2	17±3	19±4	18±2	18±1	5,0	20
Cu	53±6	46±8	54±11	66±9	56±4	3,0	36
Mo	2,9±0,3	3,2±0,5	3,4±0,7	3,4±0,4	3,1±0,2		10-200
Элементы III класса опасности							
Mn	388±43	449±77	388±78	383±50	397±28	1500	
Ba	466±51	471±81	588±118	517±68	496±35		200
V	52±6	77±13	74±15	61±8	62±4	150	

Существует ореол загрязнения в центральной части Восточного района (район автовокзала), в промышленной зоне (ремонтно-механический завод и цех литейного производства). Зафиксированный ореол загрязнения в Сыркашах, по-видимому, отражает геологическую особенность данного района, обусловленную наличием Сыркашинского сила. Составлены карты-схемы распределения химических элементов в почвах города. По величине суммарного показателя загрязнения (16-32 единицы) г. Междуреченск относится к территориям, имеющим слабое и среднее загрязнение.

#### Литература

1. Александрова Е.А., Евтушик Н.Г., Силенков В.И., Сафонов Л.П., Экологические проблемы г. Междуреченска. – Новокузнецк: Изд-во НГПИ. – 1997. – 117 с.
2. Арбузов С.И. Металлоносность углей Сибири // Изв. Томск. политехн. ун-та. – 2007. – Т.311. – №1. – С.77-83.
3. Захаренков В.В., Виблая И.В., Олещенко А.М. Проблемы общественного здоровья в Сибирском федеральном округе и пути их решения // Вестник РАЕН. – 2011. – № 13. – С. 39-45.
4. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: автореферат дис. ... доктора геол.-мин. наук. Томск, 2006. – 46 с.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ХИТ СУХИМ МЕТОДОМ**

**А.В. Метгулиева**

Научный руководитель доцент Н.Б. Ермак

*Кемеровский государственный университет, г. Новокузнецк, Россия*

ХИТ (химические источники тока, или батарейки) - устройства, вырабатывающие электрический ток за счёт энергии окислительно-восстановительных реакций химических реагентов. Их работоспособность зависит от размера устройства и состава активных веществ. Отработанные ХИТ содержат токсичные вещества и подлежат утилизации.

Но в России нормативная база управления отработанными батарейками только начинает формироваться и большая часть этих отходов попадает на полигоны ТБО. В связи с этим большую актуальность приобретают работы по поиску способов утилизации отработанных источников тока.

Для выбора подходов к переработке отработанных ХИТ в г. Новокузнецк, был проведен анализ потребления портативных ХИТ, которые в течении года собирались в пунктах приема НФИ КемГУ и Кузбасской Ассоциации переработчиков отходов [1]. Как показано на рисунке 1, среди жителей г. Новокузнецк, наибольшим спросом пользуются щелочные ХИТ.

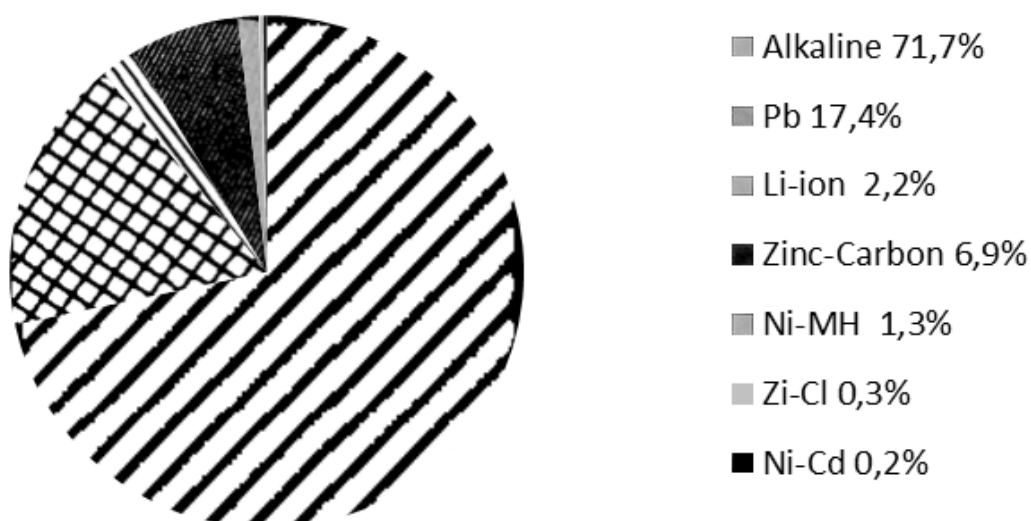


Рисунок 1 – Структура химических источников тока в пунктах приема г. Новокузнецка

Щелочные (щелочные) батарейки относятся к марганцево-цинковым элементам питания. Для создания необходимой для выработки электричества реакции в них используется щелочной электролит. По данным исследования, проведенного ООО «ОПКТБ «Экоинж», состав марганцево-цинковых ХИТ с щелочным электролитом следующий:  $MnO_2$  – 37%; Fe – 23%; Zn – 16%;  $H_2O$  – 9%; KOH – 5%; C – 4%; латунь – 2%; прочие – 4% [2].

Рециклинг батарей позволяет использовать содержащиеся в них материалы в качестве вторичных ресурсов и, таким образом снизить потребность в материалах, уменьшить выбросы в окружающую среду, связанные с производством первичных материалов.

В мире используются следующие технологии переработки отходов батарей:

1. Гидрометаллургический процесс: разделение раствора продуктов дробления ХИТ с помощью электролиза.

2. Пирометаллургический процесс: расплав батарей разделяется путем конденсации, очистки и физико-химической обработки.

3. Возгонка: ртутьсодержащие батареи перерабатываются на специальных установках при температуре около 600 °С.

Для города Новокузнецк, с учетом численности населения, степени развития технологий и предприятий по переработке вторичных ресурсов, экологической ситуации, наиболее приемлемой будет установка для утилизации ХИТ сухим методом. Достоинством сухого метода переработки является его относительная простота и наименьшее загрязнение окружающей среды в сравнении с другими методами [3].

Данная технология позволяет проводить измельчение и последующее отделение магнитных металлов используемых в батарейках. Основная продукция: железный лом и марганцево-цинковая масса пригодная для вторичного получения свинца. Примерный объем образования батареек составляет 4 980 кг/год. Пункты приема в других городах позволят собрать дополнительно 9750, 8 кг отработанных ХИТ. Это позволит вывести из потока ТБО 7693,98 кг/год отработанных щелочных ХИТ и снизит объем поступления в окружающую среду опасных веществ.

Так отложение железа в тканях и органах приводит к головным болям, головокружениям, повышению утомляемости и др. Избыток цинка вызывает тошноту и рвоту, жажду, сладковатый привкус во рту, удушье, дыхательную недостаточность. При передозировке марганца в организме в первую очередь страдает центральная нервная система, появляется повышенная сонливость, провалы в памяти, быстрая утомляемость.

Внедрение установки по утилизации отработанных ХИТ на территории города позволит снизить негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека, а это 2 846,8 кг/г -  $MnO_2$ , 1769,4кг/г – Fe, 1231,1 кг/г Zn.

Необходимым условием качественной работы является создание разветвленной системы сбора, с пунктами приема, расположенных не только в магазинах, но и охватывающей муниципальные учреждения во всех городах области. Так же необходимо более полное научное исследование влияния отработанных ХИТ на окружающую среду и здоровье человека.

#### Литература

1. Ермак Н.Б. Социально - Экологическая характеристика утилизации портативных химических источников тока [Текст] / Ермак Н.Б. Метгулиева А.В. Уфа международный центр инновационных исследований «ОМЕГА САЙНС» - 2015. – С.86.
2. Метгулиева А.В. - «Разработка системы мероприятий по сбору и утилизации отработанных элементов питания по Новокузнецкому району Кемеровской области» дипломная работа [Текст] / А.В. Метгулиева НФИ КемГУ 2015г. – 88с.
3. Рыжакова. М. Г – отработавшая батарейка как опасный отход [Текст] / М. Г Рыжакова. /Твердые бытовые отходы №6. 2015г 40с.



**ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ АО «ТРАНСНЕФТЬ-ЦЕНТРАЛЬНАЯ  
СИБИРЬ»**

**А.А. Мех**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время магистральный трубопроводный транспорт нефти является наиболее рациональным способом транспортировки нефти по суше. В Российской Федерации проложены и эксплуатируются тысячи километров магистральных нефтепроводов, при этом российская транспортная компания ОАО «АК «Транснефть» и ее подразделение «Транснефть - Центральная Сибирь» уделяет большое значение обеспечению экологической безопасности, как при перекачке нефти, так и при производстве работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту.

Компания АО «Транснефть – Центральная Сибирь» ставит перед собой приоритет – охрана окружающей среды. Компания в полной мере осознает потенциальную опасность возможного негативного воздействия своей производственной деятельности на окружающую среду, старается проводить работы таким образом, чтобы не причинить вреда окружающей среде и обеспечить наиболее высокий уровень экологической безопасности своей деятельности.

АО «Транснефть – Центральная Сибирь» определяет следующие цели и задачи на всех этапах производственной деятельности:

- планирование и осуществление деятельности с учетом предотвращения и снижения негативных воздействий на окружающую среду за счет внедрения инновационных технологий и повышения экологической безопасности объектов трубопроводного транспорта, сокращения отходов производства, удельных выбросов, сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;
- проектирование, строительство, техническое перевооружение, реконструкция и капитальный ремонт объектов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов и внедрение производственных процессов и оборудования с использованием современных экологически безопасных технологий;
- разработка, внедрение экономически эффективных и инновационных технологий, обеспечивающих экономное расходование сырья, материалов и энергоносителей, вторичное использование ресурсов и утилизацию отходов;
- выделение достаточных материальных, финансовых и кадровых ресурсов для обеспечения выполнения мероприятий по охране окружающей среды;
- формирование экономических и организационных условий для рационального природопользования при проектировании, строительстве, техническом перевооружении, реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации объектов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов;
- производственный экологический контроль, соблюдение установленного порядка лицензирования, страхования и сертификации объектов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов;
- нормирование и контроль качества окружающей среды при осуществлении деятельности по транспортировке, перекачке и хранению нефти и нефтепродуктов, включая систематическую оценку воздействий на окружающую среду;
- уменьшение риска возникновения аварийных ситуаций с экологическими последствиями на основе полномасштабной внутритрубной

диагностики магистральных трубопроводов и своевременного обследования резервуарного парка;

- поддержание высокого уровня оснащенности для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов и готовности органов управления, сил и средств реагирования на возникающие экологические угрозы;

- результативное финансирование и постоянное совершенствование Системы экологического менеджмента ОАО «АК «Транснефть» в соответствии с международным стандартом ISO 14001:2004;

- повышение экологической культуры, образовательного и профессионального уровня персонала ОАО «АК «Транснефть» и организаций системы «Транснефть» в области рационального использования природных ресурсов, охраны окружающей среды и экологической безопасности [1].

Компания АО «Транснефть – Центральная Сибирь» осуществляет эколого-аналитический контроль. Целью является осуществление контроля с применением средств измерений за соблюдением подразделениями, входящими в состав АО «Транснефть – Центральная Сибирь», нормативов сбросов загрязняющих веществ со сточными водами в поверхностные водотоки, водоем, на рельеф местности, промышленных выбросов в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников, а также загрязнение почв и грунтовых вод в зоне деятельности объектов предприятия, обращения с отходами.

Своевременное обеспечение полной, объективной информацией о содержании загрязняющих веществ в выбросах и сбросах предприятия для принятия решений по проведению природоохранных мероприятий, способствующих уменьшению или ликвидации вредного воздействия производственной деятельности природопользователя на окружающую среду, в том числе, при аварийных ситуациях.

Основной задачей производственного эколого-аналитического контроля АО «Транснефть – Центральная Сибирь» является организация работы экологических лабораторий, получение информации о качественном и количественном содержании загрязняющих веществ в объектах контроля, о показателях физических и микробиологических параметров объектов для организации природоохранной деятельности.

В состав АО «Транснефть – Центральная Сибирь» входит эко-аналитическая лаборатория, аккредитованная в соответствии с требованиями Системы аккредитации аналитических лабораторий, а также требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [2].

Подводя итоги можно сказать, что на предприятии АО «Транснефть – Центральная Сибирь» серьезное внимание уделяется обеспечению безаварийной эксплуатации магистрального нефтепровода, соблюдению требований и норм промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды.

#### Литература

1. АО «Транснефть – Центральная Сибирь». Экологическая политика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://csib-tomsk.transneft.ru/u/section\\_file/91191/ekologicheskaya\\_politika\\_pdf.pdf](http://csib-tomsk.transneft.ru/u/section_file/91191/ekologicheskaya_politika_pdf.pdf) – (Дата обращения: 28.10.2015).
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий – М.:Стандартинформ, 2012

**ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА ООО «БИАКСПЛЕН ТОМСК» В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**В.В. Осипова**

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

ООО «БИАКСПЛЕН ТОМСК» - дочернее предприятие нефтехимического холдинга СИБУР, является ведущим производителем биаксиально-ориентированных плёнок (БОПП) в России. Производство расположено на площадке предприятия СИБУРа «Томскнефтехим», выступающим основным поставщиком сырья - полипропилена. Проектная мощность линии составляет 38 тыс. тонн в год. Производственная структура БИАКСПЛЕНА состоит из пяти заводов, расположенных в г. Новокуйбышевске, г. Курске, в г. Балахна Нижегородской области, в г. Железнодорожном Московской области, а так же в г. Томске [1].

Предприятие специализируется на выпуске биаксиально ориентированной полипропиленовой пленки, используемой в качестве упаковки пищевой и табачной промышленности. Выпуск пленки осуществляется на одной линии. Сырьём для производства пленки является гранулированный полипропилен.

Система программных мероприятий - мероприятия изложены в подпрограммах в следующем порядке:

1. Подпрограмма №1

Подпрограмма «Мероприятия по общим вопросам природоохранной деятельности» регулирует отношения в сфере природопользования на предприятии.

Раздел «Экологическое образование» включает в себя:

Обучение рабочего и управленческого персонала по вопросам охраны окружающей среды является одним из важных направлений в формировании внутренней экологической политики предприятия, позволит выработать у работающих специалистов знания по экологически безопасным способам природопользования и навыки производства работ с соблюдением природоохранного законодательства [2].

2. Подпрограмма № 2

«Мероприятия по воздухоохранной деятельности»

Защита воздушного бассейна от загрязнения является одной из важнейших проблем охраны окружающей среды. Основными источниками загрязнения атмосферы на предприятии являются линия по производству БОПП, автотранспорт.

3. Подпрограмма №3

«Мероприятия по водоохранной деятельности»

Водоснабжение ООО «БИАКСПЛЕН ТОМСК» осуществляется централизованно. Основными мероприятиями являются отведение сточных вод сторонней организации по договору [3].

4. Подпрограмма №4

«Мероприятия по обращению с отходами производства и предотвращению загрязнения почвы».

Основная цель и задача целевой экологической программы ООО «БИАКСПЛЕН ТОМСК»

Цель программы - охрана окружающей природной среды, здоровья и безопасности работников предприятия через минимизацию его техногенного воздействия на окружающую среду. Реализация данной Программы позволит

сформировать высокоэффективную систему природопользования и охраны окружающей среды, улучшить экологическую обстановку на предприятии.

Изложенный выше материал позволяет сделать следующие выводы:

- Разработан проект нормативов ПДВ, получение разрешения на выброс ООО «БИАКСПЛЕН ТОМСК»
- Разработан раздел «Экологическое образование
- Установлен контроль выполнения требований законодательства в области охраны атмосферного воздуха, воды, почвы
- Выявлено улучшение экологической обстановки на предприятии
- Разработаны инструкции по сбору, хранению, транспортировке и передаче ртутьсодержащих ламп.

#### Литература

1. Локотецкий, Е.А Экологическая и промышленная безопасность/К.С. Ремизовская, Шохин Я.Ю.//Справочник по экологической и промышленной безопасности. – 1-е изд., доп. и пере-раб. – М., 2013. – Гл. 4. – С. 60-80.
2. Ляхович, П.Н. Рабочее пособие по общим вопросам природоохранной деятельности, охране воздушного бассейна, охране водных ресурсов, работе с отходами/Р.Г. Галиахметов//Рабочее пособие. – 2014. – № 2 – С. 35–40.
3. Электронные ресурсы:  
ООО «БИАКСПЛЕН» - дочернее предприятие нефтехимического холдинга СИБУР [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sibur.ru/biaxplen/> (Дата обращения: 0.5.11.2015).

#### **ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЭЛЬКОНСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))**

**И.В. Павлова**

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия*

Республика Саха (Якутия) является самым крупным по площади субъектом Российской Федерации, занимая без малого пятую часть всей территории страны. Промышленность республики, богатой природными ресурсами, ориентирована главным образом на добычу и обогащение сырья [2].

Комплексным документом, в котором интегрированы аналитические, прогнозные и стратегические проработки макроэкономической, социальной, отраслевой и территориальной направленности является Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики Саха (Якутия). При разработке Схемы был проведен анализ сильных и слабых сторон экономики Якутии, сформулированы стратегические приоритеты в экономическом развитии. Одним из приоритетов обозначено создание новых подотраслей горнодобывающей промышленности и топливно-энергетического комплекса на базе реализации ряда крупномасштабных инвестиционных проектов [3].

К 2020 году, в связи с вводом в эксплуатацию новых АЭС, в России ожидается увеличение потребности в уране. Основные разрабатываемые месторождения урана с распадом Советского Союза остались в бывших союзных республиках. В условиях, когда страна была полностью обеспечена более дешевыми

запасами урана, было принято решение сначала о консервации горных выработок, а затем и полном прекращении работ. В современных условиях при явном дефиците в стране природного урана появилась необходимость провести переоценку этого крупнейшего урановорудного района и попытаться найти новые пути к его освоению [4].

На территории Якутии находится крупнейшее в стране Эльконское урановое месторождение с разведанными запасами около 344 тыс. тонн. Эльконская группа месторождений, где сосредоточено, ни много ни мало, 6% мировых запасов урана, активно исследовалась еще в 1960-1970-х годах. Тогда геологи обнаружили здесь около 40 месторождений, в рудах которых, кроме урана, были найдены значительные запасы золота (141 т), серебра (1780 т) и молибдена (41,6 тыс.т).

В ноябре 2007 года для отработки месторождений Эльконского урановорудного района, являющегося одним из крупнейших в мире, было образовано ЗАО «Эльконский горно-металлургический комбинат». Выявлено несколько сотен потенциально рудоносных участков. Запасы 13-и из 40 крупных участков составляют 340 тысяч тонн урана, а общие ресурсы территории оцениваются в 600 тысяч тонн. Только зона Южная обеспечит работу проектируемого Эльконского горно-металлургического комбината с производительностью до 5 000 тонн урана в год не менее чем на 50 лет. Урановая руда из Эльконской группы месторождений станет относительно новым для Южной Якутии и республики в целом видом полезных ископаемых.

Ведущееся в настоящее время проектирование и строительство ряда грандиозных объектов неизбежно приведет к серьезным негативным геоэкологическим последствиям. Для территории Южной Якутии, давно и интенсивно осваиваемой, характерен ряд специфических эколого-геокриологических проблем, причиной которых является географическое положение региона и обусловленные им суровые природно-климатические условия, которые значительно усугубляют отрицательные последствия промышленной деятельности.

В ходе промышленного освоения этой территории с созданием горно-металлургического комбината, воздействию подвергнется территория со сложными природными условиями, в т.ч. разнообразным распространением сезонно- и многолетнемерзлых пород со специфическими геологическими и гидрогеологическими условиями.

Месторождения Эльконского урановорудного района расположены на стыке двух крупнейших орографических единиц Восточной Сибири – Лено-Алданского плато и Алданского нагорья. Около 80% площади территории района покрыто лесом. Центральная часть Эльконского рудного поля находится в 40 км южнее г. Томмот и в 50 км восточнее г. Алдан. Особо охраняемых природных территорий, архитектурных памятников, стоянок общин, оленьих пастбищ в районе месторождения нет. Особенностью природных водотоков является повышенное содержание железа, содержание ртути в воде находится на уровне или выше предельно допустимых концентраций (ПДК), в некоторых пробах отмечается повышенное содержание мышьяка, свинца и цинка.

На проектируемом предприятии добыча руды будет осуществляться подземным способом. На каждом рудничном поле предусматривается создание трех промышленных площадок: центральной – для размещения поверхностных сооружений общерудничного значения и двух промышленных площадок на флангах для размещения поверхностных сооружений вентиляционных стволов.



Производительность по добыче руды каждого рудника 1600 тысяч тонн в год. Общий срок отработки запасов составляет 46 лет. Планируется выпуск попутной продукции – золото-серебряного сплава в количестве до 10 тонн в год. В будущем планируется добыча и переработка молибденсодержащей руды в количестве 1600 тысяч тонн в год парамолибдата аммония.

Неизбежным следствием любого горного производства является нарушение естественного баланса в окружающей среде. Основными объектами возможного воздействия при реализации намечаемой деятельности будут являться: персонал предприятия, атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный покров, растительность, животный мир, недра, ландшафт и население района. На площадке проектируемого предприятия будет использоваться вода питьевого и технического качества. Качество очищенных сточных вод будет соответствовать качеству водоемов рыбохозяйственного пользования. На проектируемом предприятии будет разработана программа экологического обучения. Задачей программы является проведение обучения сотрудников в отношении потенциальных экологических проблем, связанных с деятельностью предприятия и мероприятий, которые должны обеспечить защиту объектов окружающей среды [1].

Комплексные экологические исследования, проводимые на территории строительства Эльконского горно-металлургического комбината не выявили отрицательных геоэкологических факторов, которые исключали бы разработку месторождения с точки зрения воздействий на окружающую среду, однако для обеспечения экологической безопасности строительства комбината необходимы углубленные инженерно-экологические изыскания. Нарушенные при геологоразведочных работах участки на территории строительства Эльконского горно-металлургического комбината остались нерекультивированными с различной степенью радиационного фона, особенно на Эльконском горсте, в районе месторождения Южное. В местах складирования радиоактивных отвалов горных пород выделяются отдельные техногенные участки с напряженной радиационной обстановкой. Так, здесь на поверхности отвалов мощность экспозиционной дозы гамма-излучения изменяется от 10 до 2150 мкР/ч, значение эффективной удельной активности радионуклидов варьирует в пределах 68-23640 Бк/кг, а содержание урана – 2-1888 мт/кг, то есть максимально превышает фоновое почти в 1000 раз.

Таким образом, контрастная радиационная обстановка, сложившаяся сегодня на территории Эльконского ураново-рудного района, требует при ее объективной оценке проведения дальнейших углубленных радиоэкологических исследований, особенно в техногенных зонах. В связи с этим, необходимо принять меры до начала строительства по изоляции или вывозу отвалов руды.

Территория строительства Эльконского горно-металлургического комбината классифицирована по средней степени экологического неблагополучия и потенциального санитарно-гигиенического и эпидемиологического рисков. Первое обуславливает снижение защитных сил среди населения. Стартовые показатели состояния здоровья людей, проживающих в таких условиях, снижены. Следовательно, санитарно-гигиенические риски могут реализоваться по двум направлениям: оживление, активизация и интенсификация факторов риска, а также снижение иммунобиологического потенциала населения и у привлекаемой рабочей силы.

Другая сторона реализации проекта затрагивает экологические и социальные интересы населения, которые в силу особой экологической опасности радионуклидов для его жизнедеятельности, может создать чрезвычайно

напряженную социальную и экологическую обстановку как в Южной Якутии, так и республике в целом. Для минимизации негативных экологических и социальных последствий разработки урановых месторождений необходимы, прежде всего, комплексные исследования по оценке социально-экологического и экономического эффекта освоения Эльконской группы урановых месторождений и разработке природоохранных мероприятий.

Масштабы влияния деятельности Эльконского горно-металлургического комбината можно выявить только после оценки антропогенной нагрузки, экологических (обычно негативных) и социально-экономических (негативных и положительных) последствий его деятельности в период строительства и эксплуатации, т.е. на следующем этапе исследований – разработке Оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Для оценки воздействия планируемых промышленных объектов ЭГМК на условия жизни коренного населения необходим социально-экологический мониторинг территорий традиционного природопользования, включающий как экологическую, так и социально-экономическую составляющие. Для минимизации негативных экологических и социальных последствий разработки месторождения необходимы, прежде всего, комплексные исследования по оценке социально-экологического и экономического эффекта освоения Эльконской группы урановых месторождений и разработке природоохранных мероприятий.

Разработка Эльконской группы урановых руд имеет общероссийское стратегическое значение и затрагивает экономические интересы общества на российском, региональном и местном уровнях. Реализация проекта строительства Эльконского горно-металлургического комбината наряду с другими крупными инвестиционными проектами Южной Якутии будет способствовать экономической безопасности и укреплению позиций России в Азиатско-Тихоокеанском регионе. На региональном уровне реализация проекта внесет соответствующий вклад в рост валового продукта, на местном уровне – в создание новых рабочих мест, рост денежных доходов населения и т.д.

#### Литература

1. <http://www.pandia.ru/text/77/189/47054.php> (дата обращения 10.9.2015г)
2. [https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC59/GC59InfDocuments/Russian/gc59inf-2\\_rus.pdf](https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC59/GC59InfDocuments/Russian/gc59inf-2_rus.pdf)
3. Официальный информационный портал республики Саха (Якутия)
4. Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики САХА (Якутия) до 2020 года. Утверждена Постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) №411 от 6.09.2006 года
5. Шаталов В.В., Тарханов А.В., Никольский А.Л. (ВНИИХТ) Новая концепция освоения резервных месторождений Эльконского урановорудного района в Республике Саха (Якутия) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 5-2006

**ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТРАБОТКИ КОМПЛЕКСНЫХ ЖЕЛЕЗО-РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РУД ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ПОЯСА НА ЭКОСИСТЕМУ БАКЧАРСКОГО ВАСЮГАНЬЯ (СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА)**

**Е.В. Перегудина**

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Разработка месторождений железной руды при любом способе добычи неразрывно связана с нарушением природных экосистем, возникновением антропогенных процессов, которые носят разрушительный характер и не только изменяют структуру естественного ландшафта, но и обуславливают возникновение новых гидрогеологических условий, активизацию эндогенных геологических процессов, что ведет к нарушению экологических равновесий в экосистемах и вызывают изменения ландшафтов. В таких ландшафтах снижаются возможности экосистем к саморегуляции и восстановлению [1, 2, 6].

В Западной Сибири находится крупнейший в мире Васюганский железорудный бассейн олигоценного возраста, где вблизи поверхности сосредоточено свыше 700 млрд. тонн бурых железняков, связанных с продуктами переотложения кор выветривания и выносом железа поверхностными и подземными водами в бассейн седиментации (осадконакопления). Одним из месторождений этого района является Бакчарское, одно из крупнейших месторождений железной руды в России и мире. Оно находится на территории Томской области в междуречье рек Андорма и Икса, в непосредственной близости от Васюганских болот.

Болотные экосистемы региона представлены гигантским Васюганским болотным комплексом с нечетко выраженными и постоянно расширяющимися границами, охватывающими части водосборов рек Шегарка, Чая, Парабель, Васюган, Омь, Тара, а также ряд менее значительных по масштабам Сибири болот олиготрофного, мезотрофного и евтрофного типов [3]. Болотные биогеоценозы отличаются относительно высокой скоростью изменения состояния некоторых своих компонентов вследствие продолжающегося заболачивания обширных территорий и изменения условий водно-минерального питания существующих болот.

Равнинные преимущественно аккумулятивные неозювиальные и болотные элементарные ландшафты сформированы на мощном чехле четвертичных рыхлых отложений, залегающих на глубоко погруженных породах фундамента.

Четвертичные, главным образом, озерно-болотные отложения характеризуются выдержанным составом тяжелых металлов при содержаниях близких среднему их значению в земной коре.

Почвы естественных равнинных ландшафтов Сибири по отношению к почвам равнин мира обеднены Cd, Be, Cr, Ga и обогащены Pb, Zn, Mo, Cu, As, Hg, Sc. Все они являются типичными элементами рудных полей и месторождений горно-складчатого обрамления Западно-Сибирской равнины.

Подвижные компоненты почв  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{S}^+$   $\text{HS}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , Cu, Cd, Zn, Au, F, Br<sup>-</sup>.

Накопленные при осадкообразовании огромные массы рудопрфилирующих металлов и, особенно, их элементов-спутников являются современными источниками, локализованными в геохимических полях, направленно-концентрированного воздействия на природные ландшафты. Анализ распределения содержаний элементов показывает, что в экосистемах низинных болотных районов

среднее содержание железа превышает допустимые санитарные нормы. (по данным Н.А. Рослякова и др.)

В природных ландшафтах юга Западной Сибири наблюдается вертикальная зональность генетических источников тяжелых и радиоактивных металлов. В равнинных ландшафтах доминируют рудные аномалии, связанные с процессами осадконакопления, в ландшафтах переходной от гор к равнине зоне формирования современных аномалий идет за счет мел-палеогеновых кор выветривания и остаточной эндогенной минерализации, в горных ландшафтах природными источниками металлов служат эндогенная минерализация и первичные породы с вышекларковым содержанием элементов. Большое разнообразие природных источников металлов наряду с многообразием элементарных ландшафтов требуют унифицированного подхода к изучению оценки нагрузок на экосистемы с разделением их на природные и техногенные (по данным Н.А. Рослякова и др.).

Для решения задачи оценки допустимого воздействия на болотные экосистемы в процессе разработки комплексных железо-редкоземельных руд Западно-Сибирского пояса на примере Бакчарского рудного узла были предложены методики: 1) оценки фоновых концентраций веществ в подземных, болотных и речных экосистемах как верхнего предела погрешности определения средних геометрических; 2) допустимого воздействия гидродобычи железной руды на поверхностные и подземные водные объекты на основе сравнения двух выборок, соответствующих фоновому и измененному состояниям [4].

Соответственно прогноз антропогенного влияния при разработке железных руд будет оцениваться как: 1) долгосрочный (это проявится в структурных изменениях болотных экосистем); 2) локальный (в большинстве случаев будет ограничиваться участками протяженностью до 500 м, наиболее осязаемое увеличение концентраций и амплитуды их пространственных изменений – в полосе до 200 м) [5].

#### Литература

1. Копысов С.Г. Параметры экологически допустимой разработки Бакчарского железорудного месторождения// Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология, 2011 - №5, с.420-425
2. Саулова Т.А., Шляхова О.О. Влияние добычи железной руды на эндогенные геологические процессы и изменение естественного ландшафта ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет» Материалы межрегиональной научно-практической Конференции (Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы студентов и учащихся Апрель 2009 г. Красноярск
3. Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. –Томск : Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2010. – 248 с.
4. Савичев О.Г., Домаренко В.А., Мазуров А.К. Оценка допустимого воздействия на водные объекты при разработке осадочных железных руд Бакчарского рудного узла (Томская область), Геоинформатика, 2014, №3, стр. 56-61)
5. Грант РФФИ №...Савичев О.Г. и др. Моделирование и прогноз изменения состояния водных объектов при планируемой разработке железорудных месторождений на заболоченных территориях Томской области.

6. Шайхиев И.Р., Рихванов Л.П. Эколого-геохимические исследования природных сред района Бакчарского железорудного месторождения (Томская область) Известия ТПУ, том. 326, № 5, 2015, стр. 62-78

#### **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТЕГУЛЬДЕТСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**О.Д. Пожарская**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия*

Отходы являются неотъемлемой частью хозяйственной деятельности человека. Под отходами понимаются ненужные материалы и изделия, образовавшиеся в процессе производства и потребления, которые могут составлять значительную часть полезного продукта. Требования в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления каждый раз меняются, из-за чего многие уже существующие полигоны перестали соответствовать новым требованиям, так как раньше этого не предусматривалось [4]. Хуже всего ситуация складывается в сельской местности — сбор отходов производства и потребления слабо организован, из-за чего вокруг населенных пунктов вырастают несанкционированные свалки [4]. Проблема алгоритма действий несанкционированных свалок трудно решается, потому что нет четкого и достаточного финансирования на эти цели [4].

Свалки ТБО, зачастую не оформленные должным образом, находятся близко от населенных пунктов, не соответствуют санитарным нормам и становятся источником загрязнения

Для того, чтобы исправить сложившуюся ситуацию, было принято решение о разработке Генеральных схем санитарной очистки территории муниципальных образований. Генеральная схема очистки территории населенного пункта – основополагающий документ, направленный на обеспечение санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности населенного пункта, а также на максимальное использование ресурсного потенциала, применение экологически корректных технологий обезвреживания отходов, минимизацию количества отходов, поступающих на захоронение [1].

Муниципальное образование «Тегульдетский район» в составе 4 сельских поселений, объединяющих 14 населенных пунктов, расположено в северо-восточной части Томской области. Район граничит с Красноярским краем (на северо-востоке), с Зырянским районом и Кемеровской областью (на юге), с Первомайским и Верхнекетским районами (на западе). Административным центром муниципального района является с.Тегульдет. Район не богат минеральными ресурсами. Полезные ископаемые представлены преимущественно строительными материалами (гравийно-песчаные смеси, песчаник и глины, пригодные для изготовления кирпича и бетонных конструкций). В районе выявлено 1 торфяное месторождение. Основными промышленными отраслями в районе являются обработка древесины и производство изделий из дерева, производство пищевых продуктов, производство и распределение электроэнергии, газа и воды.

Анализ эколого-экономических показателей развития района свидетельствует о том, что состояние природной среды, в основном, является благополучным.



Экологическая напряженность относительно невысока. Предельная экологическая емкость территории не превышена. Общий уровень антропогенной нагрузки незначителен. Низкий уровень производственной деятельности обеспечивает ограниченное поступление загрязняющих веществ в природную среду.

В муниципальном образовании «Тегульдетский район» по состоянию на 01.01.2015 семь организаций осуществляют выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, что меньше 2013 года, на четыре предприятия. В 2014 году их валовый выброс составил 222,1 тонны или на 8,6% меньше 2013 года (в 2013 году валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу составил 243,1 тонны). Основными загрязнителями атмосферы являются оксид углерода - 183,52 тонны (82,6%), твердые вещества - 38,588 тонн (17,4%). Основными источниками загрязнения атмосферы являются предприятия жилищно - коммунального хозяйства. Их выбросы составляют 88,4% от всего объема выбросов по району [2].

На территории муниципального образования «Тегульдетский район» в 2014 году по данным отчетности семи предприятий было образовано 1790 тонн отходов (0,34% от области), что составляет 0,281 тонны на человека (в среднем по области - 0,506 тонн на человека). Эксплуатируется один полигон твердых бытовых отходов в селе Тегульдет (площадь 1 га, вместимость полигона 30800 т) и три санкционированные свалки в п. Белый Яр (площадь 1 га, вместимость 3000 т), п. Берегаево (площадь 2,5 га, вместимость 2700 т) и в с. Черный Яр (площадь: 0,35 га, вместимость 1550 т). Год окончания эксплуатации у полигона ТБО с. Тегульдет - 01.01.2046, у остальных свалок год окончания эксплуатации - 01.01.2014 [1]. Объектов по утилизации биологических отходов (скотомогильников) на территории района нет.

Анализ динамики накопления твердых бытовых отходов в Тегульдетском районе с 2003 по 2013 г.г. (рис. 1) показывает, что имеется устойчивая тенденция к снижению количества образующихся отходов [3].



Рисунок 1 – Динамика образования отходов в Тегульдетском районе Томской области с 2003 по 2013 гг. [3]

Собранный материал послужит исходными данными при разработке Генеральной схемы санитарной очистки территории Тегульдетского района Томской области.

#### Литература

1. Генеральный план Тегульдетского сельского поселения Тегульдетского района Томской области [Электронный ресурс] URL: <http://pandia.ru/text/78/441/12901-22.php> (дата обращения 25.10.2015).

2. Программа социально – экономического развития муниципального образования «Тегульдетский район» Томской области [Электронный ресурс] URL: <http://www.pandia.ru/text/77/232/37503.php> (дата обращения 29.10.2015).
3. Распоряжение об утверждении региональной программы «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления на территории Томской области на 2012-2014 годы и на период до 2020 года» [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/951847232> (дата обращения 29.10.2015).
4. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления / В.И. Сметанин. – М.: Колос, 2000. – 232 с.

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ АЛАМУДУНСКОГО РАЙОНА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**К.Р. Русланова**

Научный руководитель доцент О.А. Бычков

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

Территория Кыргызской Республики характеризуется высокой сейсмичностью, сложностью геологического строения, большой расчлененностью рельефа с чередованием горных хребтов и впадин. Опасные природные процессы и явления широко развиты и часто приводят к чрезвычайным ситуациям. Чрезвычайные ситуации в связи с активизацией оползневых процессов составляют 8,53% от общего числа зарегистрированных ЧС. Оползни развиты преимущественно в низко- и среднегорных зонах совпадая с площадью распространения мезокайнозойских отложений, представленных переслаивающимися пестроцветными глинами, песчаниками, известняками, мергелями, гипсами с многочисленными водоносными горизонтами и лессовидными суглинками. В связи с активизацией взаимодействующих современных геодинамических движений, сейсмичности, подъемом уровня подземных вод, аномальным количеством выпадающих атмосферных осадков, а также инженерно-хозяйственной деятельностью человека в горных зонах число оползней ежегодно возрастает.

В 2015 году, автор проходил производственную практику в Департаменте Мониторинга МЧС КР, где занимался прогнозированием развития оползней в Аламудунском районе Кыргызской Республики.

На территории Аламудунского района 55% площади занято горными сооружениями, а 45% представлены долинами. Здесь преобладают большие и средние оползни-оплывины и оползни-потоки. Широкое развитие имеют древние оползни, которые свидетельствуют о значительных оползневых разгрузках склонов, имевших место в прошлом.

В качестве основного показателя степени развития оползней [1] автором использовался коэффициент пораженности территории оползнями, рассчитываемый по формуле:

$$K_{оп} = f/F,$$

где  $f$  – суммарная площадь активных (двигающихся) и стабилизированных оползней,  $км^2$ , на рассматриваемой территории;  $F$  – площадь рассматриваемой территории,  $км^2$ .

Если коэффициент лежит в пределах 0-0,1, участок считается безопасным; если в пределах 0,1-0,3 – относительно безопасный; если коэффициент лежит в пределах 0,3-0,6, участок считается опасным.

На основе выполненных расчетов были выявлены три относительно безопасных участка и один опасный участок, остальная часть территории Аламудунского района считается безопасной. Данные участки показаны на карте-схеме типологического инженерно-геологического районирования и прогнозирования оползневой опасности (рис. 1).

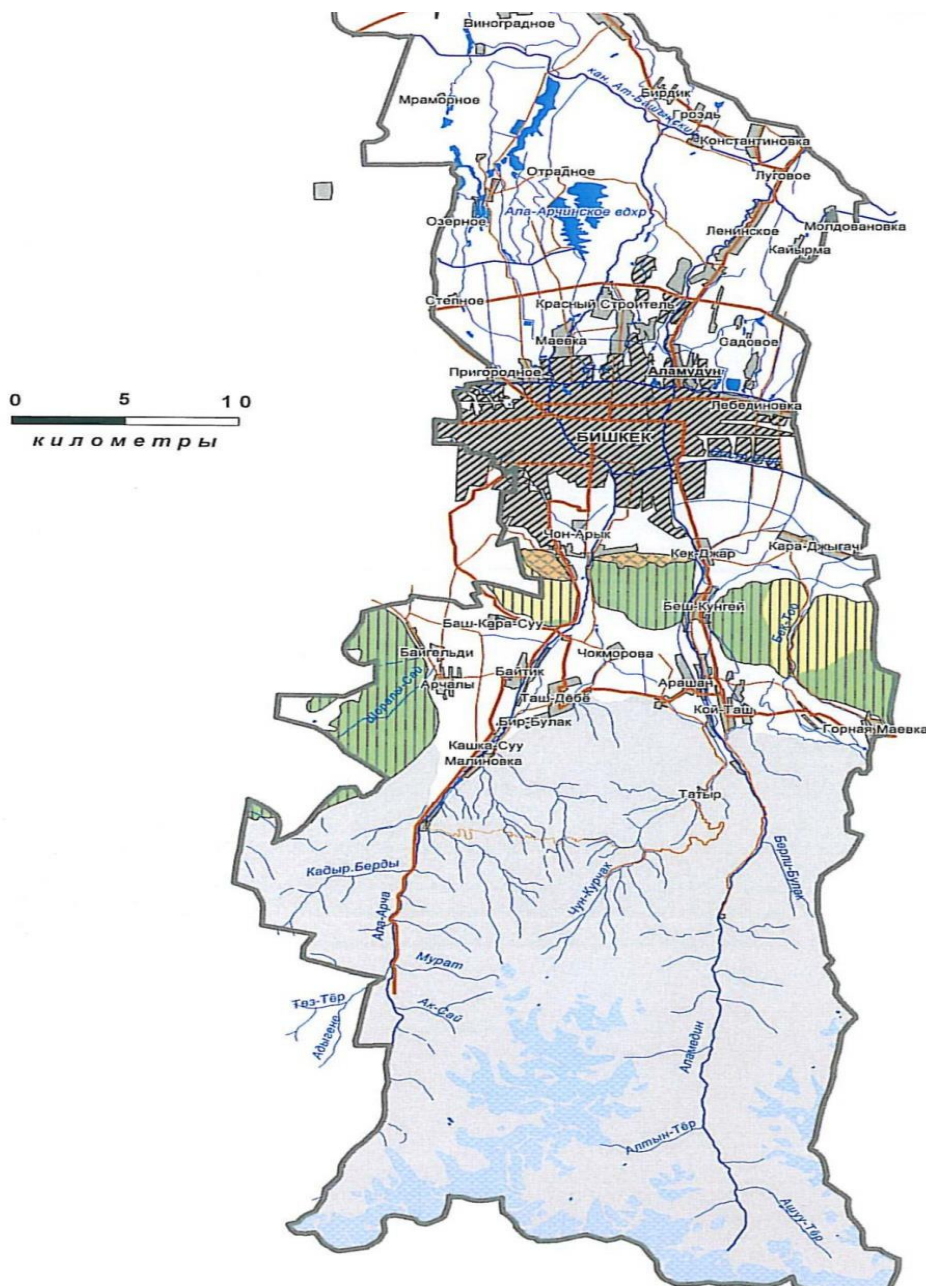


Рисунок 1 – Карта-схема типологического инженерно-геологического районирования и прогнозирования оползневой опасности Аламудунского района КР

В цветовой гамме показаны участки 3-х категорий: зеленый – безопасные участки, желтый – относительно безопасные, оранжевый – опасные участки. Так как

оползни являются основной угрозой для жизни и здоровья населения, которая заключается в опасности разрушения и погребения жилых домов, общественных зданий, объектов жизнеобеспечения, опасных объектов, инженерных сооружений, дорог, каналов, ЛЭП и др. предложены следующие мероприятия, направленные на снижение рисков и опасности:

- картирование территорий, прогнозирование активизации оползней, создание мониторинговой сети, проведение визуальных и инструментальных наблюдений; гидроизоляция и дренаж оползневых тел, разгрузка и террасирование склонов, укрепление подпорными стенками, отвод поверхностных вод и др.;
- отселение жителей домов, расположенных на опасной территории;
- оповещение населения о местах и границах зон поражения оползней;
- обучение населения правилам поведения в зоне развития оползней;
- создание и внедрение автоматических систем оповещения об угрозе схода оползней.

#### Литература

1. Правила прогнозирования активизации оползней и зон поражения при землетрясениях в Кыргызской Республике РДС-21-22-1-97./К.А.Кожобаев, В.Е.Матыченков, Ш.Э.Усупаев и др./ Бишкек, 1997, - 12 с.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НА УРОВНЕ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Е.М. Турсуналиева**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

С внедрением новых строительных и отделочных материалов в практику строительства вопрос безопасности для человека и окружающей среды становится как никогда актуальным. Новые строительные материалы, в большей или меньшей степени благоприятные для человека, по-разному оказывают влияние на окружающую среду на всех стадиях жизненного цикла.

При проектировании очень важно выбрать лучшие материалы не только с экономической и эстетической, но и с экологической точек зрения. Для достижения этой задачи необходима экологическая оценка и классификация материалов согласно требованиям по защите окружающей среды. Поэтому нужно, принимая решение об использовании материала, уметь оценить прямые и косвенные его воздействия на окружающую среду и человека с экологических позиций [1].

В настоящее время экологические оценки строительных материалов и изделий строятся на рациональном выборе сырья для их производства с точки зрения экологической безопасности для окружающей среды и человека. Методики экологической оценки строятся на основных понятиях – жизненный цикл материала, классификация материалов согласно требованиям по защите окружающей среды, экологически целесообразный выбор строительных материалов [2].

Состав выбросов при производстве строительных материалов приведен в таблице 1. Можно наблюдать достаточно широкий спектр химических веществ при производстве основных видов строительных материалов, который зависит, главным

образом, от состава сырья и добавляемых в процесс реагентов, а также от технологии производства.

*Таблица 1*

№	Строительный материал	Состав выбросов	Источник информации
1	Производство цемента и извести	карбонат кальция, оксид кальция, цементный клинкер, шлак, цемент, глина, уголь	[3]
2	Обжиг кирпича, производство кирпича	Фтористый водород, фторид кремния	[4]
3	Производство цемента, вяжущих, стеновых материалов, асбестоцементных изделий, строительной керамики, тепло- и звукоизоляционных материалов, строительного и технического стекла	Пыль, взвешенные вещества (57,1 % от суммарного выброса), оксид углерода (21,4 %), диоксид серы (10,8 %) и оксиды азота (9 %), сероводород (0,03 %), формальдегид (0,02 %), толуол (0,02 %), бензол (0,01 %), пентоксид ванадия (0,01 %), ксилол (0,01 %), бензапирен	[3]
4	Глиноземное производство	свинец, барий, хлор, бериллий, сера	[4]
5	Производство газобетона	оксиды кремния, алюминия, азота, углерода	[5]
6	Производство пеноблоков	оксиды кремния, азота, углерода; соединения тяжелых металлов; аэрозоли и взвеси.	[5]

Кроме того, в утеплители с учетом технологии для снижения их горючести добавляется ГБЦДД (гексабромциклододекан), одно из наиболее опасных токсичных веществ, по классификации Европейского химического агентства.

Краски, лаки, мастики низкого качества считаются очень опасными для здоровья, так как содержат в своем составе свинец, медь, а также толуол, ксилол и крезол, которые являются наркотическими веществами [5].

Газообразные соединения в основном выделяются из сырьевых материалов при сушке и обжиге, хотя при сжигании различных видов топлива также образуются загрязняющие газы, в частности, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, HF, HCl, летучие органические соединения (ЛОС) и тяжелые металлы [5].

Проведение анализа экологической безопасности материалов позволяет не только проследить нагрузку на окружающую среду, выбрать экологически безопасные материалы, с учетом возможного влияния, начиная с этапа разработки до процесса утилизации. Зная качественную экологическую оценку любого строительного материала можно прогнозировать наиболее существенные риски на каждом этапе жизненного цикла материала — от добычи сырья до уничтожения материала [1].



## Литература

1. Кондратенко Т.О. Экологическая оценка при выборе строительных материалов для нового строительства, реконструкции и реставрации/ Т.О. Кондратенко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1299>]
2. Землянушков Д.Ю. Экологическое обоснование использования тонкодисперсных отходов мрамора в производстве облицовочного керамического кирпича. Автореферат дис.канд.тех.наук/ Моск. гос. ун-т. М., 2014.135с.
3. Зайцева Е.В. Количественные оценки и анализ экологического риска для промышленных предприятий, выпускающих строительные материалы / Е.В. Зайцева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://cyberleninka.ru/article/n/kolichestvennye-otsenki-i-analiz-ekologicheskogo-riska-dlya-promyshlennyh-predpriyatiy-vypuskayuschih-stroitelnye-materialy>]
4. Дворецкая Ю.Б. Геоэкологическая оценка влияния глиноземного производства на окружающую среду :на примере г. Ачинска/ Ю.Б. Дворецкая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://www.dissercat.com/content/geoekologicheskaya-otsenka-vliyaniya-glinozemnogo-proizvodstva-na-okruzhayushchuyu-sredu-na->]
5. Кузнецов И.М. Какие материалы не применять в строительстве и отделке./ И.М. Кузнецов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://news.ners.ru/kakie-materialy-ne-primenyat-v-stroitelstve-i-otdelke.html>]

**ПРИМЕНЕНИЕ КРУГОВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА АНИЗОТРОПИИ ФЛИШЕВЫХ ТОЛЩ****А.Н. Шепель***Научный руководитель профессор В.И. Гуленко  
Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

Участок в 400 км Черноморского побережья Краснодарского края, являясь одним из крупнейших курортных районов страны, испытывает большую техногенную нагрузку. Здесь сосредоточены автомагистрали, морские порты, железнодорожные узлы и магистральные трубопроводы. К тому же стремительно нарастают темпы строительства, в связи с чем инженерно-геологические изыскания, в их числе электроразведочные методы, приобретают все большее значение для обеспечения безопасности функционирования различных сооружений.

В практике применения геофизических методов на стадии инженерно-геологических изысканий используется широкий спектр электроразведочных методов. При этом решаются различного рода задачи. Для определения характера анизотропии грунтов может использоваться метод кругового электрического профилирования. С целью оценки возможностей этого метода выполнены измерения на одном из обнажений флишевых толщ в долине р. Агой.

Флишевые толщи имеют ярко выраженную анизотропию электрических свойств, но при этом она почти не учитывается при проведении электроразведочных работ с целью оценки геоэкологических рисков и решения инженерно-геологических задач.

В ходе учебной геолого-геофизической практики была исследована анизотропия электрических свойств в п. Агой Краснодарского края на обнажении

долины р. Агой приблизительно в 1 км от её устья. Геологический разрез свиты Казачьей Щели представляет собой переслаивание песчаников, мергелей и известняков толщи флиша, которая имеет субвертикальное падение. Установкой кругового электрического профилирования (КрЭП) на участке выполнялись измерения на десяти точках, интервал между точками в среднем составил 5 м. При исследованиях применялась четырёхэлектродная симметричная установка АМNB ( $AB = 6$  м;  $MN = 1$  м), ориентированная в четырёх азимутальных направлениях (шаг по азимутам  $45^\circ$ ), исходный азимут соответствовал простиранию флишевой толщи. Исследования проводились с использованием автокомпенсатора АЭ-72. Полученные значения кажущихся сопротивлений  $\rho_k$  каждого азимута отражены на полярной диаграмме (примеры диаграмм приведены на рисунке 1).

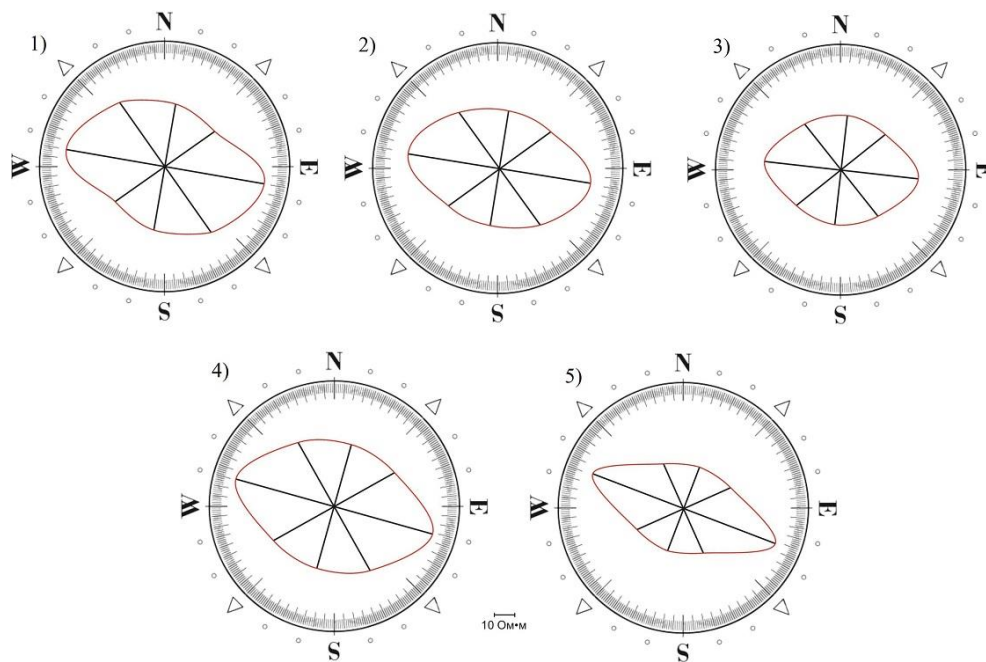


Рисунок 1 – Эллипсы анизотропии

Диаграммы  $\rho_k$ , что и отмечают геофизики [1], имеют значительную вытянутость, совпадающую с простиранием флишевой толщи, значения кажущегося сопротивления  $\rho_k$  в пределах точек исследования варьируют от 27,2 Ом·м до 35,3 Ом·м, коэффициент анизотропии изменяется от 1,2 до 1,46.

Таким образом, флишевая толща характеризуется высокой анизотропией электрических свойств. Это является основанием для использования круговых электрических профилирований (КрЭП) и зондирований (КрЭЗ) при картировании флишевых толщ, которые, как подчеркивают специалисты-геофизики [1, 2, 4], значительно расширяют спектр задач, решаемых методами сопротивлений, и повысить уровень электроразведочных работ при инженерно-геологических исследованиях, в том числе с целью оценки геоэкологических рисков.

#### Литература

1. Хмелевской В.К., Шевнин В.А. Электроразведка методом сопротивлений. М.: Изд-во МГУ, 1994.

2. Цицишвили Д.А. Инженерная геофизика в условиях горной страны (на примере Грузии). Тбилиси: Мецниереба, 1980.
3. Шепель А.Н. Возможности метода кругового электрического профилирования при инженерно-геологических изысканиях в условиях Черноморского побережья Краснодарского края // Всероссийская молодежная конференция «Актуальные проблемы геологии, планетологии и геоэкологии»: сборник тезисов. Новочеркасск: ЛИК, 2012.
4. Шепель А.Н., Сергеев А.Р. Электрическая анизотропия флишевых толщ Черноморского побережья Краснодарского края на примере п.Агой // Международная конференция «Ломоносов 2012». М., 2012.

**ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ТЕРРИТОРИИ В  
ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ  
(НА ПРИМЕРЕ ПЕРВОМАЙСКОГО РАЙОНА)**

**Д.И. Шмигирилова**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проблема обращения с отходами является одной из основных направлений в реализации концепции устойчивого развития. Выявлено, что общий объем отходов, образующихся в Томской области, за последние 10 лет увеличился в 2 раза. Проблема отходов становится злободневнее от изменения состава отходов, увеличения их массы на одного человека. В настоящее время система обращения с отходами производства и потребления в сельских населенных пунктах в основном направлена на захоронение отходов на полигоне, без предварительной сортировки, тем самым снижая срок службы полигона. Основная проблема состоит в том, что система управления отходами не является комплексной.

Сфера обращения с отходами производства и потребления является экологически опасной и, безусловно, оказывает негативное антропогенное на воздействие на человека, его здоровье и окружающую среду. Указанное обстоятельство предопределяет преобладание огромного количества нормативно-правовых документов, которые регулируют отношений в данной сфере. В последнее время законодательная база в данной сфере претерпела значительные изменения:

- деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности подлежит лицензированию с 01.07.2015 года [5];

- юридические лица, индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности, обязаны получить лицензию на ее осуществление до 01.01.2016 года. После 01.01.2016 года осуществление данной деятельности без лицензии не допускается, лицензии на деятельность по обезвреживанию и размещению отходов I - IV классов опасности, выданные до 01.07.2015 года, сохраняют свое действие до 01.01.2019 года [1].

Данные изменения существенно повысили статус схем очистки территории от отходов, придав им особое значение в системе управления на региональном уровне. В связи с этим возникает задача разработки генеральных схем очистки территорий в интересах устойчивого развития. Генеральная схема санитарной очистки территории муниципального образования является одним из основных

документов в организации системы управления отходами. В документе отражены направления по решению комплекса работ по организации, сбору, удалению, обезвреживанию отходов и уборке территории муниципального образования [2].

Муниципальное образование Первомайский район расположен на юго-востоке Томской области, в пределах Западно-Сибирской равнины на правобережье реки Чулым (приток Оби). Административный центр района – село Первомайское. Площадь территории района составляет 15,6 тыс. км<sup>2</sup>. Район включает в себя 44 населенных пункта в составе 6 сельских поселений. Численность населения района составляет на 01.01.15 года 17 545 человек. Основа экономики района – лесная и деревообрабатывающая промышленность. Вторая специализация района – сельское хозяйство. Район богат грибами, ягодами, лечебными травами, кедровым орехом, а также в нём сосредоточено 8 месторождений полезных ископаемых: мел, минеральные краски, глины кирпичные, песок строительный [4].

В Первомайском районе эксплуатируется один полигон твердых бытовых отходов в селе Первомайское, включенный в государственный реестр объектов размещения отходов. Полигон твердых бытовых отходов введен в эксплуатацию 01.01.1978 года, год окончания эксплуатации – 01.01.2028 года, его площадь оставляет 14,15 га, имеется разрешительные документы (лицензия по обращению с отходами) [3]. Также на территории района имеются санкционированные и несанкционированные свалки твердых бытовых отходов.

Для Первомайского района Томской области, как и для других районов, однозначно стоит задача в кратчайшие сроки создать Генеральные схемы санитарной очистки территории. В результате выполнения этой задачи органы местного самоуправления получают эффективное средство осуществления контроля над системой обращения с отходами. Разработанные в будущем для муниципальных образований Томской области системы обращения с отходами позволят:

- решить экологические, социальные проблемы;
- сформировать сферу обращения с отходами производства и потребления, соответствующую современному законодательству в этой области, тем самым исключить нарушения в её функционировании;
- свести к минимуму вероятность появления новых свалок мусора.
- избежать наложения штрафов;
- повысить плодотворность работы организаций, занимающихся вывозом отходов;
- целесообразно использовать трудовые и финансовые ресурсы района.

#### Литература

1. Федеральный закон от 29.06.2015 № 203-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации». Ст. 3. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/71108408/paragraph/1:1> (дата обращения 19.10.2015).
2. МДК 7-01.2003. Методические рекомендации о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации: Постановление Госстроя России от 21 августа 2003 г. № 152 [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://base.garant.ru/12134246> (дата обращения 20.10.2015).
3. Государственный реестр объектов размещения отходов [Электронный ресурс]: официальный сайт // Федеральная служба по надзору в сфере

природопользования. - Томск: 2014. - URL: <http://70.rpn.gov.ru/> (дата обращения: 15.10.2015).

4. Официальный интернет-портал Администрации Томской области [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://tomsk.gov.ru/Pervomayskiy-rayon> (дата обращения 20.10.2015).

5. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=141250> (дата обращения 26.10.2015).



### Секция 3

## ПРОБЛЕМЫ АЭРОЗОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *DROSOPHILA MELANOGASTER* КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ПЫЛЕАЭРОЗОЛЕЙ

И.С. Алтухова

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В наше время мы все чаще сталкиваемся с серьезными экологическими проблемами. Многие города как России, так и зарубежья подвержены воздействию выбросов промышленных предприятий и автотранспорта, негативно влияющих на окружающую природную среду. В дальнейшем такое воздействие отражается на здоровье и жизни человека и других живых организмов. Снеговой покров является тем компонентом, который способен накапливать в себе информацию о выбросах техногенных объектов. В связи с тем, что такие объекты загрязняют атмосферу необходимо проводить эколого-геохимическую оценку состояния снегового покрова на территории города с использованием методов биотестирования [2].

Целью работы является проведение литературного обзора по использованию методов биотестирования для определения токсичности пылеаэрозолей.

Методом биотестирования определяют наличие в окружающей среде загрязнителя по состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки. Биотестирование – это процесс установления токсичности среды с помощью тест-объектов. Под тест-объектами подразумеваются специально отобранные и выращиваемые живые организмы, сообщающие изменением своих жизненно важных функций об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают эти изменения [1].

Одним из таких организмов является мушка *Drosophila melanogaster* (чернобрюхая дрозофила), которая наиболее часто используется в генетических экспериментах. Биотестирование на мухах этого вида имеет по сравнению с другими тест-организмами ряд преимуществ, так как у дрозофилы можно выявить все типы мутаций. Она имеет малое число хромосом, короткий жизненный цикл, большую плодовитость; метаболическая активация веществ, поступающих в организм, такая как у человека. Данные, полученные при помощи этого насекомого, могут дать возможность продолжения исследований на высокоорганизованных животных, включая млекопитающих, и могут быть использованы как прогноз риска загрязнения окружающей природной среды для здоровья населения [3].

Анализ литературных данных показал, что в г. Томске проводилось биотестирование пылеаэрозолей, аккумулированных в снежном покрове. На территории г. Томска располагается большое количество предприятий различного назначения (теплоэнергетика, нефтехимический завод, предприятия строительной отрасли, машиностроения). В 15 км от г. Томска расположено предприятие ядерно-топливного цикла (СХК, г. Северск). Это все создает экологическую опасность для населения города и близ лежащих территорий.

В работе [4] для определения токсичности пылеаэрозолей г. Томске в период с 2001 по 2007 гг. впервые были использованы в качестве тест-объектов мушки *Drosophila melanogaster*. Пробы снега отбирались в районах расположения различных промышленных предприятий г. Томска. Для биотестирования были

выбраны пробы, отобранные в окрестностях электролампового завода, завода режущих инструментов, Томской «ГРЭС-2», электромеханического завода.

В процессе выполнения эксперимента по биотестированию всего было изучено развитие 65023 дрозофилы в 26 пробах твердого осадка снега. Тестирование с применением мушек заключается в том, что пробы твердого осадка снега помещают в питательную среду для мушек, а также параллельно проводят наблюдения и в контрольной группе. Далее за мушками ведется наблюдение, в ходе которого можно сделать вывод о степени токсичности твердого осадка снега.

В пробирках с готовым кормом для размножения оставляют в течение суток 2 самок и 1 самца. Контрольные и опытные группы формируют одновременно и идентично. Затем следят за развитием нового поколения: выявляют изменение внешнего облика, соотношение полов в сравнении с контрольной группой [5]. Тестирование с применением дрозофил позволяет более тонко (посредством мозаики) определить отрицательное влияние загрязнителей.

По результатам биотестирования твердого осадка снега на *Drosophila melanogaster* установлено, что токсичными являются пробы из санитарно-защитных зон изучаемых промышленных предприятий г. Томска. Было выявлено, что пробы твердого осадка снега оказывают терратогенное воздействие на живые организмы, что в свою очередь, связано с геохимическими особенностями проб. В повышенных концентрациях относительно фона были выявлены тяжелые металлы, редкоземельные элементы и уран [4].

Таким образом, можно отметить, что исследование токсичности пылеаэрозолей с использованием *Drosophila melanogaster* служит эффективным инструментом определения того, как выбрасываемые промышленными предприятиями вещества могут негативно влиять на здоровье и жизнь человека, а также других живых организмов. Эксперименты, проведенные на мушках дрозофилы, могут помочь в составлении программы по снижению уровня выбросов вредных компонентов в атмосферу, которые содержатся в воздухе, а затем осаждаются на снег, в дальнейшем попадая в почву.

#### Литература

1. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. – Санкт-Петербург: Издательство СПбТУРП, 2012. –67 с.
2. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геолого-мин. наук (25.00.36). – Томск 2009. – 205с.
3. Бочков Н.П. Чеботарев А.Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды. - М: Медицина, 1989. – С. 163-167.
4. Таловская А.В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей: автореф.дис. на соиск. учен. канд. геолого-мин. наук (25.00.36). – Томск 2008. – 185 с.
5. Азаров С.В., Язиков Е.Г., Ильинских Н.Н.. Оценка экологической опасности отходов горнодобывающих предприятий республики Хакасия с применением метода биотестирования // Известия Томского политехнического университета. – 2004. - №4. – 55-59 с.

**ЦЕМЕНТНЫЙ ЗАВОД КАК ИСТОЧНИК ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
АТМОСФЕРЫ****Д.А. Володина**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В наше время активно развиваются различные отрасли промышленности, которые наносят определенный вред состоянию окружающей среды, в частности атмосфере. Одним из источников загрязнения атмосферы является цементная промышленность. Постановлением Правительства РФ №1029 от 28.09.15 производство цемента отнесено к объектам первой категории, т.е. оказывающим значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящимся к областям применения наилучших доступных технологий.

Цемент – это тонкодисперсный неметаллический неорганический порошок, который при перемешивании с водой образует пасту, которая схватывается и твердеет. Это гидравлическое твердение происходит благодаря образованию гидратов силикатов кальция как результат реакции между водой и составляющими цемента [2].

Цементная промышленность является энергоемкой - 40% себестоимости производства цемента составляют расходы на энергию, включая электрическую. Основными сырьевыми материалами для производства цементного клинкера являются карбонатные (мел, известняк), алюмосиликатные (глина, шлаки, зола ТЭС и др.) и железосодержащие (огарки, шлак) компоненты [5].

Химический процесс производства цементного клинкера начинается с кальцинирования, т.е. разложения карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) при температурах выше  $900^\circ\text{C}$  с образованием оксида кальция ( $\text{CaO}$  или известняк) и выделением газообразного диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ). Далее следует процесс клинкерообразования, в котором оксид кальция реагирует с кремнеземом, глиноземом и оксидом железа при высоких температурах (обычно  $1400 - 1500^\circ\text{C}$ ). В результате формируются силикаты, алюминаты и ферриты кальция, образующие клинкер. Сформированный материал - клинкер измельчается совместно с гипсом и другими добавками, образуя цемент.

Существует несколько способов производства цемента – сухой, полусухой, мокрый, полумокрый [4, 5]:

- при сухом способе происходит измельчение сырьевых материалов и их сушка в сырьевой мельнице. Далее сырьевая мука обжигается в печи с циклонным теплообменником;
- при полусухом способе сухую сырьевую муку увлажняют и далее гранулируют, брикетируют. Сырьевая шихта подается в печь, оборудованную колосниковым подогревателем;
- при мокром способе сырье измельчают вместе с водой с получением шлама - суспензии, влажность которой составляет приблизительно 40%. Шлам подается либо сразу в печь, либо предварительно в сушилку шлама;
- полумокрый способ заключается в том, что шлам, полученный по мокрому способу, обезвоживается с применением фильтрации и получением кека. Кек подается в печь, оборудованную колосниковым подогревателем.

Выбор способа производства определяется состоянием сырьевых материалов: сухие или влажные. Например, мокрый способ достаточно затратный в силу своей энергоемкости. Заводы мокрого и полумокрого способов используют

только влажные сырьевые материалы. В Европе преобладает сухой способ производства [5].

Основными выбросами в атмосферный воздух на цементных заводах являются пыль, оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ) и диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ). Также к таким выбросам можно отнести летучие органические соединения, полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны и хлористый водород ( $\text{HCl}$ ). В данный список не включен диоксид углерода  $\text{CO}_2$ , хотя он образуется в значительных количествах при производстве цемента. Основным источником выбросов при производстве цемента – печные системы (процесс обжига клинкера).

Выбросы пыли происходят при транспортировке и помоле сырьевых материалов, при процессах приготовления сырья и обжига клинкера, при дроблении сырья и складировании топлива, при отгрузке цемента. Неорганизованные выбросы пыли появляются в результате складирования материалов и твердого топлива на открытых площадках, транспортеров сырья, а также из дорожных покрытий, вызываемых движением транспорта [5]. В пыли от производства цемента обычно содержится небольшое количество металлов и их соединений, например, таких как As, Cd, Hg и другие. Например, ртуть – это токсичный элемент, ее соединения очень легко переходят в газообразное состояние из-за высокой летучести металла. В процессе нагревания известняков и глинистых пород при производстве цемента ртуть выделяется в окружающую среду вместе с отходящими газами. До 90-95% ртути содержится в пылегазовых выбросах. В связи с этим, выбросы ртути в атмосферу со стороны предприятий должны быть снижены. Для этого на российских цементных заводах используются системы очистки, в них входят циклоны, рукавные фильтры, электрофильтры. Для очистки отходящих газов чаще всего применяются электрофильтры (около 74% от всего очистного оборудования). При неудовлетворительной работе электрофильтров эффективность улавливания ртути составляет только 10-30% [3, 5].

Выбросы в окружающую среду со стороны цементных заводов оказывают значительное влияние на здоровье населения, проживающего в областях промышленных зон и прибрежных районах. Атмосферный воздух является ведущим загрязнителем природной среды, который влияет на уровень заболеваемости населения болезнями органов дыхания, зрения, эндокринными, нервными заболеваниями, болезнями органов пищеварения, а также онкологическими заболеваниями [1, 3].

Таким образом, цементная промышленность и ее продукты важны в наше время, но учитывая количество выбросов в атмосферу и окружающую среду, количество заболеваний, вызванных распространением выбросов, стоит задуматься о темпах снижения производства и осуществлении контроля за количеством выбросов.

#### Литература

1. Бочаров В. Л., Спиридонов Е. Г., Жердев В. Н. Некоторые проблемы методологии геоэкологического мониторинга муниципальных образований. // Вестник Самарского Государственного Университета. Серия «Геология». – 2000. – №9. – С. 223–231.
2. Классен В. К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций: учеб. Пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
3. Калмыков Р. В., Калмыкова М.К. Анализ структуры глазных патологий с учетом действия факторов окружающей среды на примере Вольского района

Саратовской области. // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2012. — №2 (2). — С. 115.

4. Янин Е.П. Эмиссия ртути в атмосферу при производстве цемента в России. — М.: ИМГРЭ, 2004 — 20 с.

5. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)/ Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau. — 2013. — 501 p.

### АЭРОЗОЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ТОМСКА

А.В. Егошина

Научный руководитель доцент О.В. Ротарь

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Аэрозоли – это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Основными источниками искусственного аэрозольного загрязнения воздуха в Томске являются ГРЭС-2, металлургический цех СИБМОТОРА, автомобильный транспорт.

Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава: в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже оксиды металлов: железа, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест [1, 2].

Еще большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтехимических предприятиях.

В результате превращений компонентов органической пыли образуются перекисные соединения, свободные радикалы, соединения углеводов с оксидами азота и серы часто в виде аэрозольных частиц. При некоторых погодных условиях могут образоваться особо большие скопления вредных газообразных и аэрозольных примесей в приземном слое воздуха.

С целью выделения антропогенной составляющей от автомобильного транспорта нами был проведен экологический мониторинг, который включал оценку фактического состояния окружающей среды в районах г. Томска и наблюдение за плотностью автомобильного транспорта. В задачу исследования входило: сбор, накапливание, систематизация и анализ информации, а также проведение расчетов валовых выбросов загрязняющих веществ.

Расчет массы выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу производился для трех режимов работы двигателей внутреннего сгорания: при прогреве, на холостом ходу и при движении. Выброс основных загрязняющих компонентов рассчитывался по следующей формуле, где суммирование производится по автомобилям  $k$ -й группы [3]:

$$M_j = \sum_k N_k (m_{1kj} T_1 + m_{2kj} T_2) D \cdot 10^{-6}, \text{ где}$$

$M_j$  – валовый выброс  $j$ -го компонента, т/год;

$m_{1kj}$  – удельный выброс  $j$  вещества при прогреве двигателя автомобилями, г/мин;



$m_{kj}$  – удельные выбросы  $j$ -вещества на холостом ходу автомобилями, г/мин;  
 $N$  – количество автомобилей  $k$ -группы с работающими двигателями;  
 $T_1$  – время прогрева двигателя на территории стоянки;  
 $T_2$  – время работы двигателя на холостом ходу;  
 $D$  – количество дней работы в год.

Движущийся автотранспорт рассматривается как передвижной источник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в разных районах города в утренние и вечерние часы. Для этого на заданном участке автомагистрали в течение нескольких минут фиксировалось число единиц автотранспорта (по типам). Результаты наблюдений и расчеты валовых выбросов приведены в таблице 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

*Транспортная нагрузка в районах г. Томска (с 8 до 10 ч)*

Транспортные средства	Район г. Томска		
	Ленинский	Кировский	Советский
Легковые автомобили	1360	4176	1534
Грузовые автомобили	485	98	48
Маршрутные такси	320	650	240

Таблица 2

*Валовые выбросы веществ*

Загрязняющие вещества, кг/час	Район г. Томска		
	Ленинский	Кировский	Советский
Оксиды азота	1,35	2,21	1,08
Оксиды углерода	36,39	70,5	29,12

Одним из токсичных элементов, загрязняющих атмосферу является свинец. Для определения в воздухе свинца применяли атомно-абсорбционную спектроскопию (ААС). Преимуществами метода ААС является быстрота анализа, точность, высокая чувствительность и селективность. Сущность метода заключается в отборе проб воздуха с частицами свинца, растворении его и анализе раствора на спектрометре с графитовой печью

Экологический мониторинг состояния атмосферного воздуха на перекрестках транспортных магистралей города показал, что под влиянием автотранспорта в зоне перекрестков района города создается высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха.

Для улучшения экологической ситуации необходимы целенаправленные и продуманные действия. Мы надеемся, что наши наблюдения и расчеты смогут привлечь внимание населения к транспортным проблемам города, который по праву называют Сибирскими Афинами.

#### Литература

1. Коробин В.И., Передельский Л.В. Экология. – Ростов н/Д.: «Феникс», 2001.- 576с.

2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вызов/ Под ред. В.Н.Луканина. – М.: Выс. шк.,2001.-296с.
3. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий. – М.: Госкомприрода РСФСР,1998.-86с.

### АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ (НА ПРИМЕРЕ «ГОМЕЛЬСКОГО ЗАВОДА СПЕЦИНСТРУМЕНТА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ»)

О.В. Колосок

Научный руководитель ассистент Г.Л. Осипенко

*Гомельский государственный университет им.Ф.Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь*

ОАО «Гомельский завод специнструмента и технологической оснастки» специализируется на выпуске технологической оснастки и специнструмента для машиностроительной, металлургической и нефтегазодобывающей промышленности. Анализ сезонных изменений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе показал, что влияние метеорологических условий на формирование уровня загрязнения воздуха наиболее отчетливо проявилось в феврале и июле. Преобладание длительного периода с очень низкими температурами воздуха обусловило рост содержания в воздухе диоксида серы, бензапирена и ТЧ<sub>10</sub>. По данным непрерывных измерений, содержание в воздухе бензапирена было в 1,5-2,0 раза выше, чем в январе и марте. Увеличилось количество дней с концентрациями ТЧ<sub>10</sub> выше ПДК. Максимальные среднесуточные концентрации достигали 1,5 ПДК. «Пик» загрязнения воздуха формальдегидом, как и в предыдущие годы, отмечен в июле, который характеризовался повышенным температурным режимом, способствовавшим быстрому протеканию фотохимических реакций в атмосфере и образованию формальдегида. Кроме того, существенное влияние на формирование уровня загрязнения воздуха формальдегидом в этот период оказала повышенная повторяемость слабых ветров.

Твердые частицы. Существенный рост уровня загрязнения воздуха суммарными твердыми частицами зафиксирован в мае и сентябре, которые характеризовались дефицитом атмосферных осадков. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к снижению уровня загрязнения воздуха суммарными твердыми частицами.

Диоксид серы. По данным непрерывных измерений, среднегодовые концентрации диоксида серы в воздухе находились в пределах 0,2-0,3 ПДК. Во внутригодовой динамике содержания диоксида серы в атмосферном воздухе некоторое увеличение его концентраций отмечено в первой половине февраля, которая характеризовалась пониженным температурным режимом.

Оксид углерода. Среднегодовые концентрации оксида углерода находились в пределах 0,1-0,2 ПДК. Снижение среднегодовых концентраций оксида углерода в воздухе незначительно (не более 8 %).

Диоксид азота. Средние за год концентрации диоксида азота находились в пределах 0,2-0,4 ПДК. По данным непрерывных измерений, суточный ход концентраций диоксида азота по-прежнему аналогичен суточному ходу концентраций оксида углерода, что свидетельствует об общем источнике поступления данных загрязняющих веществ в атмосферу [1-3].

## Литература

1. 1 Витченко, А.Н. Геоэкологическая оценка качества окружающей среды крупных городов Беларуси / А.Н. Витченко, И.А. Телеш – Брест: БрГУ, 2008. – 88 с.
2. 2 Гомельская область: статистический ежегодник. – Гомель: Гомельское областное управление статистики, 2012. – 278 с.
3. 3 Оценка воздействия на окружающую среду : учеб. пособие / А.Н. Матвеев, В. П. Самусенок, А. Л. Юрьев. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 179 с.

**ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПЫЛЕВОМ АЭРОЗОЛЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ, ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЙ И РАКЕТНОСТРОИТЕЛЬНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ОКТЯБРЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА Г. ОМСКА)****А.Д. Лончакова, В.В. Литау**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Города с их многопрофильными предприятиями и инфраструктурой являются источниками загрязнения атмо-, лито-, гидро- и био- сфер. Особая роль в геохимических исследованиях и оценке экологического состояния окружающей среды городов отводится изучению тяжелых металлов, ведь тяжелые металлы активно участвуют в биологических процессах и входят в состав многих ферментов [3], которые необходимы человеку.

Отбор проб снега в Октябрьском промышленном узле (г. Омск) проводился в конце февраля 2014 г. по векторной системе наблюдения, которую используют для определения дальности переноса выбросов конкретных предприятий: нефтехимических, приборостроительных и ракетостроительных. Твердый осадок снега анализировался методом масс – спектральным с индуктивно связанной плазмой (ISP – MS) в аккредитованной лаборатории химико – аналитического центра «Плазма» в г. Томске.

На фоне абсолютных концентраций элементов довольно часто трудно оценить вклад антропогенной составляющей, и для такого анализа дополнительно используют коэффициент обогащения или фактор обогащения элементов в атмосферных примесях по отношению к земной коре. Идея использования коэффициента обогащения или факторов заключается в том, что соотношение элементов в атмосферных примесях, имеющих почвенное происхождение, должно соответствовать соотношению этих элементов в почвах и земной коре. Расчет этих факторов проводится относительно одного из наиболее распространенных в почвах и земной коре элементов (Si, Al, Fe, Sc). В данной работе расчеты велись по отношению к алюминию [5].

Фактор обогащения рассчитывался для проб твердого осадка снега по формуле:

$$F_{\text{обогащения}} = (X/Al)_{\text{взвесь}} / (X/Al)_{\text{земн. коры}},$$

где  $X$  – элемент, для которого рассчитывался фактор обогащения [5].

Согласно этой формуле фактор обогащения атмосферной примеси, имеющей почвенное происхождение, должен быть близок к единице [5].

Рассчитан фактор обогащения для As – 0,29; Cd – 1,38; Se – 22,08; Pb – 3,44; Zn – 1,53, а также приведены значения средних содержаний химических элементов в твердом осадке снега и в верхней части континентальной коры (табл. 1) [1].

Таблица 1

Содержание микроэлементов в пробах твердого осадка снега и их факторы обогащения (ФО) на территории Октябрьского промышленного узла (г. Омск)

№ точки	As	Cd	Se	Pb	Zn	As	Cd	Se	Pb	Zn
	Содержание в пробе, мг/кг					Фактор обогащения				
201	1,7	0,8	8	43	190	0,15	1,56	28,96	1,47	1,41
203	0,5	0,8	9,2	52	180	0,04	1,49	33,31	1,77	1,34
204	4,5	0,4	3,4	260	210	0,40	0,81	12,31	8,86	1,56
207	7,6	1	4,8	75	230	0,68	1,93	17,38	2,56	1,71
211	1,8	0,6	5,1	75	220	0,16	1,10	18,46	2,56	1,63
среднее значение ФО	-					0,29	1,38	22,08	3,44	1,53
среднее содержание <sub>1</sub>	3,2	0,7	6,1	101	206	3,2	0,7	6,1	101	206
среднее содержание <sub>2</sub>	6,5	0,3	0,16	17	78	6,5	0,3	0,16	17	78

Примечание: среднее содержание<sup>1</sup> – содержание химических элементов по данным ISP – MS (репер Al – 13,1 %); среднее содержание<sup>2</sup> – содержание химических элементов в верхней части континентальной коры (репер Al – 7,6 %) [1].

Расчет фактора обогащения показал, что пылеаэрозоли Октябрьского промышленного узла (г. Омск) существенно обогащены селеном в 22 раза и свинцом в 3,4 раза. Данное превышение можно отнести на счет вклада антропогенных источников вероятно и Октябрьского промышленного узла.

Можно предположить, что на территории Октябрьского промышленного узла ряд крупных предприятий таких как, «Омское моторостроительное объединение им. П.И. Баранова» (литейное производство, гальванопокрытие), «Сибирские приборы и системы» (никелирование деталей из меди, стали и алюминия; точная механическая обработка сплавов сталей и цветных металлов; литье, прессовка пластмасс), ОАО «Омский завод технического углерода» (производство технического углерода), АО «ЦКБА» (литейное производство, переработка пластмасс, химико-гальваническое и малярное производство) [4] являются источниками поступления селена, так как по литературным данным с выбросами предприятий цинковой и медной отрасли металлургии, никелевых производств, предприятий органического синтеза [2] фиксируется поступление данного элемента.

Все вышеперечисленные предприятия также могут быть и источником поступления свинца в атмосферу, кроме того на территории изучаемого промышленного узла действуют предприятия: ОАО «Омскшина» (химическое производство) и ЗАО «ЗСЖБ №6» (производство изделий из бетона) [4], по литературным данным основными антропогенными источниками свинца являются предприятия цветной металлургии, машиностроения, металлообработки, строительной, химической, электротехнической промышленности [2].

Таким образом, по значению фактора обогащения токсичных элементов I класса опасности, выявлено, что пылеаэрозоли изучаемой территории в основном обогащены Se и Pb. Возможно, это связано со спецификой промышленного узла.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Русского географического общества (агентский договор №14/2014-ДП2 от 02.03.2015).*

#### Литература

1. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих нижнюю часть континентальной коры // Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785–792.
2. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Книга 3. / В.В. Иванов. – М.: Недра, 1996. – 353 с.
3. Нестеров Е.М., Зарина Л.М., Пискунова М.А. Мониторинг поведения тяжелых металлов в снежном и почвенном покровах центральной части Санкт – Петербурга // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2009. – № 1. – С. 27 – 34.
4. Официальный портал администрации города Омска. [Электронный ресурс] URL: <http://admomsk.ru/web/guest/government/districts/oktyabrskiy/info> (дата обращения: 20.10.15)
5. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2010. 264 с.

### **РТУТЬ В ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСАХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА**

**Е.А. Мельникович**

Научный руководитель доцент А.В Таловская.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В настоящее время ртуть возглавляет список глобальных токсических элементов, составленный с учетом токсичности вещества и вероятности подвергнуться их негативному воздействию [3]. В атмосферу ртуть попадает в составе атмосферного аэрозоля, образующегося в результате выбросов в процессе технологических операций на предприятиях теплоэнергетики, а также предприятиях химической промышленности [8]. Например, оценка потоков ртути из атмосферы с аэрозолями на снеговой покров в г. Усолье-Сибирское (Прибайкалье) показало вклад предприятия «Усольехимпром» в загрязнение города. На территории города наблюдаются аномально высокие содержания ртути (39 мг/кг) [1].

Основным источником антропогенных выбросов ртути (46% от суммарного показателя) является доля сжигания ископаемого топлива, в особенности угля [8]. Большая часть приходится на сжигание в котлах ТЭС, бытовых котлах, промышленных котлах. Выбросы ртути, возникающие при сжигании угля на электростанциях и в промышленных котлах на нашей планете, составили в 2005 г. около 26% (или около 500 метрических тонн/год) от глобальных антропогенных выбросов [8].

При высоких температурах сжигания ртуть, содержащаяся в углях, почти полностью выбрасывается в атмосферу или концентрируется на частицах,



улавливаемых очистными установками. Большинство систем очистки не являются эффективными для улавливания ртути в процессе выброса отходящих газов в атмосферу. Ртуть в составе аэрозоля осаждается и скапливается в снежном покрове, взаимодействует с окружающей средой и нарушает экологическую обстановку территории. Такие изменения приводят к заболеваниям иммунного характера, а также развитию генетических мутаций у населения [7].

Пути воздействия ртути на человека являются вдыхание паров металлической ртути, ее летучих соединений или аэрозолей и поступление с продуктами питания и водой [2]. Ртуть, в отличие от химических веществ, растворяющихся в воде, за счет своих малых размеров способна проникать через кожные покровы внутрь клеток человека [7]. Независимо от путей поступления, ртуть накапливается преимущественно в печени, почках и селезенке [2].

Томск – крупный образовательный, промышленный, научный и инновационный город Сибири, с населением около 550 тысяч человек. В пределах городской черты находятся промышленные предприятия, в том числе и объект теплоэнергетики – Томская ГРЭС-2, в топливном балансе используется уголь и газ Кузнецкого бассейна [2].

Для определения содержания ртути в пылеаэрозолях, проводился площадной отбор снега на всей территории г. Томска в 2007 г. [6]. Пробы снега отбирали методом шурфа. Таяние проб проводилось при комнатной температуре. В результате фильтрования воды получали твердый осадок, затем просушивали, просеивали и затем взвешивали осадок. На ртутном анализаторе «РА-915<sup>+</sup>» с пиролитической приставкой «ПИРО-915<sup>+</sup>» определяли содержание ртути в пробах твердого осадка снега в лаборатории микроэлементного анализа МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

В соответствии с данными площадной съемки содержание ртути в пылеаэрозолях на территории г. Томска изменяется от 0,29 до 0,9 мг/кг. Среднее содержание ртути - 0,34 мг/кг, превышение фонового содержания составляет 3,6-11,3 раза. В центральной части города достаточно высокие концентрации в зоне воздействия Томской ГРЭС-2 (0,34 мг/кг), что может быть связано с присутствием ртути в составе сжигаемого топлива. В Иркутске содержание ртути в 2 раза больше, чем в Томске и составляет 0,56 мг/кг [1]. Проведенные в Иркутске исследования показали, что поступившие в атмосферу выбросы от промышленных предприятий собираются аэрозолями, вымываются атмосферными осадками и включаются в круговорот в почве, породах, воде [5].

Для сравнения приведем данные по содержанию ртути в твердом осадке снега из окрестностей других объектов угольной энергетики. Содержание ртути в твердом осадке снега в окрестностях ТЭЦ г. Северска составляет 0,32 мг/кг (по данным магистранта каф. ГЭГХ ТПУ Монасырова И.И.), что может быть связано как со сжиганием угля на ТЭЦ, а также с выбросами Сибирского Химического Комбината (СХК), что ранее отмечалось в работе [4]. В пробах из окрестностей ТЭЦ г. Караганда, где используется высокозольный Экибастузский уголь, содержания ртути составило 0,48 мг/кг (по данным аспиранта каф. ГЭГХ ТПУ Адильбаевой Т.Э.).

Таким образом, обзор литературы показал, что источниками ртутного загрязнения служат объекты угольной теплоэнергетики следом за химической промышленностью. Для определения количества ртути в пылеаэрозолях используется твердый осадок снега, который является индикатором атмосферной эмиссии ртути.

## Литература

1. Гребенщиков В.И., Пастухов М.В., Акимова М.С. Миграция ртути с атмосферными выпадениями в Прибалтикалье // Ртуть в биосфере. М.: ГЕОХИ РАН, 2010. – С.104-109.
2. Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах: дис. канд. геолого-минер. наук/ Е.Е. Ляпина. – Томск: ТПУ, 2012, – 21 с.
3. Погарев С.Е. Прямое определение ртути в биопробах и объектах окружающей среды : автореф.дис. канд. хим. наук/ С.Е. Погарев. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 1997. – 18 с.
4. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. Томск, 1997. – 383 с.
5. Скворцов В.А. Мониторинг ртути из снежного покрова вблизи предприятий химической промышленности / В.А.Скворцов, К.В.Чудненко // Известия Иркутского государственного университета. – 2010. – Т.3. – №2. – С.156 – 166.
6. Таловская А.В. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска / А.В.Таловская, Е.А. Филимоненко, Н.А. Осипова, Е.Г.Языков// Безопасность в техносфере. – 2012. – №2. – С.30-34.
7. Оценка поступления ртути в окружающую среду с территории Российской Федерации: отчет Министерства охраны окружающей среды Дании; исполн.: Датское Агентство по охране окружающей среды. – Копенгаген, Дания, 2010. – 312 с.
8. Руководство по оптимизации процессов сжигания угля на электростанциях в целях сокращения выбросов ртути: отчет сектора партнерства по сжиганию угля; исполн.: Войцех Йожевич. – Женева, Швейцария, 2010. – 102 с.

**ТЕХНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ПЫЛЕВОМ АЭРОЗОЛЕ, АККУМУЛИРОВАННЫЕ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ Г. ОМСКА****К.Ю. Михайлова, В.В. Литау**

Научный руководитель доцент А.В Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В 2013 году г. Омск вошел в пятерку крупнейших промышленных центров России. В городе расположено порядка 80 промышленных предприятий различного профиля, которые оказывают существенное воздействие на качество атмосферного воздуха. Снеговой покров является уникальным природным планшетом, который дает информацию об уровне загрязнения воздуха и об источниках поступления выбросов. Изучение твердого осадка снега позволяет выявить взаимосвязь между его вещественным составом и источниками выбросов [2, 3].

**Методика исследования.** В конце февраля 2013г. был проведен отбор проб по площадной сети наблюдения, по регулярной сетке 1×1 км по городу. Количество проб – 168. Пробы отбирались с учетом элементов рельефа и их экспозиции, по отношению к направлению ветропылевого переноса (на водоразделах, склонах, террасах, поймах). В качестве фоновой площадки выбран поселок городского типа Москаленки, в 100 км на запад от города, также в соответствии с направлением преобладающего ветра. Все работы по отбору проб и пробоподготовке выполнялись с учетом методических рекомендаций [5].

Пробоподготовка снега включала в себя таяние проб при комнатной температуре, далее фильтрацию талой воды для получения твердого осадка снега, который содержит твердые частицы, аккумулированных в снежном покрове.

Микроскопическое изучение проб твердого осадка снега проводили с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа (LeicaZN 4D) с видео-приставкой. Определение вещественного состава валовой пробы с последующим установлением процентного соотношения всех природных и техногенных образований производили согласно запатентованной разработке [4].

**Результаты и их обсуждение.** По результатам площадной снегогеохимической съемки на территории г.Омска в 2013 г. было определено пространственное распределение пылевой нагрузки, что позволило выявить районы города со средней степенью загрязнения соответствующие положению ТЭЦ-5 и Октябрьского промышленного узла (предприятия по производству технического углерода (сажи), автомобильных шин, моторостроения, ракетостроения и приборостроения) (рис. 1) [1].

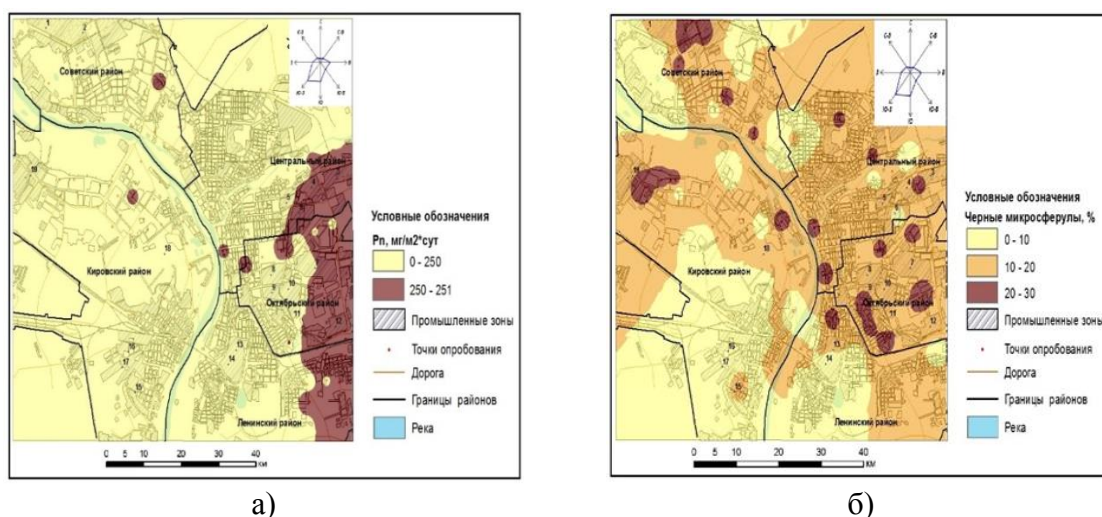


Рисунок 1 – Карта распределения пылевой нагрузки (а) и черных микросферул (б) на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г.

*Примечание: номера на карте: 3 – ЗАО «Росар», ТЭЦ-5, ООО «Омский стекольный завод, ООО «Омский завод трубной изоляции», Омский филиал ОАО «Вимм-Биль-Дан» Манрос-М, ОАО «Омскоблгаз»; 4 – ОАО «Полимакс», 6 – ЗАО АТП «Агропромдорстрой, АОЗТ«Купосир»; 12 – ЗАО «Омский механический завод»*

Результаты исследования вещественного состава проб в данных районах показали, что пробы преимущественно содержат техногенные образования – 45-85%, при фоне 13%. Техногенные образования преимущественно представлены Al-Si микросферулами (5-15 %) и черными микросферулами (от 5-30 %), частицами шлака (10-45%) и недожжённого угля (10-60%). Выявленные техногенные частицы превышают фоновые показатели в 4 раза. Дополнительно были выявлены такие частицы как синтетические волокна и палочковидные частицы (полупрозрачные и зеленоватые). По результатам проведенной магнитной сепарации выявлено, что основу этой фракции составили черные микросферулы, которые вероятно содержат минералы группы железа.

Частицы природного происхождения представлены кварцем (1-25%), полевыми шпатами (10-25%), карбонатами (10-20%). Также были обнаружены частицы древесно-растительного происхождения (3-10%).

По опубликованным данным известно, что Al-Si микросферулы образуются при высокотемпературном сжигании угля. Анализ данных показал, что в пробах из Центрального и Октябрьского районов, характеризующихся средней степенью загрязнения по величине пылевой нагрузки, фиксируется высокое содержание (20-30 %) черных микросферул (рис.). Пространственно высокое содержание данных микросферул в пробах соответствует положению ЗАО «Омский механический завод» и ТЭЦ-5 – данные предприятия, согласно литературным данным, могут служить источниками поступления черных микросферул в окружающую среду [6].

**Заключение.** По результатам исследований был определен вещественный состав твердого осадка снежного покрова на территории г. Омска. Анализ показал, что твердый осадок снега преимущественно состоит из техногенных частиц – Al-Si и черные микросферулы, частицы шлака и недожженного угля. Пространственное распределение черных микросферул образовало ореол на территории Октябрьского промышленного узла и ТЭЦ-5. Предположительно источниками могут поступления этих сферул могут служить промышленные предприятия металлообработки и машиностроения, а также топливно-энергетический комплекс.

#### Литература

1. Литау В.В., Таловская А.В., Язиков Е.Г., Лончакова А.Д., Третьякова М.И. Оценка пылевого загрязнения территории г. Омска по данным снеговой съемки // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 03. С. 256-259.
2. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска / Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г., Чумак Ю.В., Ильенко С.С. // Фундаментальные исследования. – 2013. - №8. – с. 760-765.
3. Особенности вещественного состава пылевых атмосферных выпадений в зоне воздействия предприятия топливно-энергетического комплекса (на примере Томской ГРЭС-2) / Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. // Оптика атмосферы и океана. – 2012. - №10. – с. 896-901.
4. Патент 2229737 Россия, 27.05.2004 / Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов, А.В. Таловская. Способ определения загрязненности снежного покрова техногенными компонентами // Патент России № 2002127851.
5. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932 83. М.: Госкомгидромет, 1991. 693 с.
6. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография. – Томск: Изд-во ИПУ, 2010. – 264 с.

#### УРОВЕНЬ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ТЭЦ Г.СЕВЕРСКА И.И. Монасыров

Научный руководитель доцент А.В. Таловская  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Введение.** Топливо-энергетический комплекс, энергетика, транспорт и промышленность, где преобладают процессы, основанные на горении, являются

главными источниками антропогенного загрязнения окружающей среды. В этом плане, ТЭЦ г. Северска является крупным источником выбросов пылеаэрозолей, разносящихся на десятки километров и осаждающихся на подстилающую поверхность [1].

Северская ТЭЦ – крупнейшая ТЭЦ в Томской области по производству электрической и тепловой энергии. Основной вид топлива – уголь Кузнецкого месторождения, газ является резервным видом топлива. Мазут используют для розжига котлов. На ТЭЦ всегда присутствует трехмесячный запас угля. Количество труб – 5, высота каждой 125 метров. Основными видами отходов являются золошлаковая смесь, которая утилизируется на золоотвалы. Уголь на ТЭЦ хранится открытым способом, что в свою очередь приводит к пылению и загрязнению атмосферы угольной пылью.

Оптимальной депонирующей средой для получения современной информации о поступлении загрязняющих веществ из атмосферы за сравнительно длительный период времени является снеговой покров [2].

**Методика исследования.** Для того, что бы изучить уровень пылевого загрязнения воздуха, автором был произведен отбор проб снегового покрова в конце февраля 2014 и 2015 гг. в окрестностях ТЭЦ г. Северска. Пробы отбирались в северо-восточном и юго-западном направлениях от границ предприятия согласно главенствующему направлению ветра (юго-западное). Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнялись с учетом методических рекомендаций [3], руководстве по контролю загрязнения атмосферы [4] и на основе многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований на территории западной Сибири [2]. Объект исследования – твердый осадок снега, содержащий осевшую атмосферную пыль.

Расчет пылевой нагрузки  $P_n$  ( $\text{мг}/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$ ), проводился согласно [3, 5] по формуле  $P_n = P_0 / St$ , где  $P_0$  – масса пыли в пробе ( $\text{мг}$ );  $S$  – площадь шурфа ( $\text{м}^2$ );  $t$  – время от начала снегостава ( $\text{сут.}$ ). В практике [3, 5] используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке: менее 250 – низкая; 251-450 – средняя; 451-850 – высокая; более 850 – очень высокая степень загрязнения.

**Результаты и их обсуждения.** Результаты исследования показали, что величина пылевой нагрузки в 2014 г. изменяется от 366 и до 1030  $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут.})$  по мере удаления от труб ТЭЦ на северо-восток, от 179 и до 238  $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут.})$  по мере удаления от труб на юго-запад, при фоне 7  $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут.})$  [2]. В 2015 г. величина пылевой нагрузки изменяется от 133 до 470  $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут.})$  по мере удаления от труб ТЭЦ на северо-восток, от 22 и до 24  $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут.})$  по мере удаления от труб на юго-запад. Согласно градации [5] в зимний период 2014 г. величина пылевой нагрузки соответствовала высокой и очень высокой степени загрязнения на северо-востоке от труб и средней степени на юго-западе от труб. В 2015 г. величина пылевой нагрузки соответствовала высокой и низкой степени загрязнения на северо-востоке от труб и низкой степени на юго-западе от труб.

Отличия пылевой нагрузки между исследуемыми периодами в 2014 и 2015 гг. (табл. 1) можно объяснить следующим: согласно метеоданным зимний период 2014/15 гг. был относительно теплым по сравнению с зимним периодом 2013/14 гг. Средняя температура января 2015 года составляла  $-12,3^{\circ}\text{C}$ , а в 2014  $-18^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, возможно подача топлива в котлы была в меньшем количестве в зимний период 2013/14 гг., также согласно [6] на ТЭЦ, начиная с 2011 года, проводится реконструкция золоулавливающего оборудования, на смену устаревшим электрофильтрам пришли мокрые золоуловители-скрубберы. На начало 2014 года



новые золоуловители были установлены на 7 котлоагрегатов, всего на ТЭЦ их 18. По настоящее время ведется реконструкция оставшихся золоуловителей, которые существенно снижают пылевую нагрузку на исследуемой территории.

Таблица 1

*Динамика пылевой нагрузки в окрестностях ТЭЦ г. Северска*

Часть света	Расстояние от трубы, км	Пылевая нагрузка, мг/м <sup>2</sup> * сут.	
		Зимний сезон 2013/14 г.	Зимний сезон 2014/15г.
Северо-восток	0,5	938	455
	0,1	1030	470
	1,66	750	152
	2,31	366	142
	2,91	518	133
Юго-запад	0,5	238	24
	1	179	22

*Примечание:* \* градация по среднесуточной пылевой нагрузке: менее 250 – низкая; 251-450 – средняя; 451-850 – высокая; более 850 – очень высокая степень загрязнения [5]

По сравнению с Томской ГРЭС-2 величина пылевой нагрузки в окрестностях ТЭЦ г. Северска в 2014 году отличается в десятки раз. На расстоянии 1,6 км от труб величина пылевой нагрузки в окрестностях ТЭЦ г. Северска превышает значение в зоне воздействия Томской ГРЭС-2 примерно в 30 раз. Данные различие в величине среднесуточного выпадения пыли могут быть объяснены различными тепловыми мощностями и видом используемого топлива. Кроме того в окрестностях ТЭЦ г. Северска свой вклад в величину пылевой нагрузки могут вносить и выбросы предприятий Сибирского химического комбината.

**Заключение.** Анализ данных двухлетних наблюдений в окрестностях ТЭЦ г. Северска показал снижение величины пылевой нагрузки в 2 раза в период с 2014 по 2015 гг., что вероятно связано с температурным режимом в эти зимние периоды, а также реализацией природоохранных мероприятий на ТЭЦ. Отмечается закономерность уменьшения величины пылевой нагрузки по мере удаления от 0,5 до 1,6 км от труб ТЭЦ. При этом максимальные значения выше обозначенных показателей наблюдаются на расстоянии 0,5 км, что может быть связано с размерностью выбрасываемых частиц и дополнительными источниками выбросов.

## Литература

1. Функционирование энергетики в современном мире [Электронный ресурс]: Влияние теплоэнергетики на окружающую среду. Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-3/section-2> (Дата обращения 03.06.15)
2. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. ... д-ра геолого-минерал. наук. – Томск, 2006. – 423 с.
3. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. –112 с.
4. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.

5. Геохимия окружающей среды/ под ред. Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина [и др.]. – М.: Недра, 1990. - 335 с.
6. Северский сайт [Электронный ресурс]: ТЭЦ снижает уровень воздействия на ОС. Режим доступа: <http://vseverske.info/news/seversk/seversk-obshhestvo/13360-tyes-skk-snizhaet-uroven-vrednyx-vybrosov-v-atmosferu.html> (Дата обращения 07.06.15).

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ Г. ТОМСКА

Нгуен Ван Зунг

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Томск – административный центр Томской области. Преобладающими в г. Томска являются южные и юго – западные ветры. Промышленные предприятия располагаются в жилых кварталах города и выбрасывают значительные массы пылеаэрозолей в атмосферный воздух [1].

Целью данной работы является определение и анализ уровня пылевого загрязнения приземного слоя воздуха в летний период в различных районах г. Томска.

Для отбора проб пыли из воздуха использовали импульсатор, разработанный Тенюковым М.П. В эти отборники помещали фильтры типа «синяя» и «белая» лента. В отборниках происходит осаждение частиц на фильтры с диаметром от 0,1 до 20-40 мкм за счет турбулентной диффузии, а также создаются искусственно конвективные потоки [2].

Пробоотборники были размещены в окнах жилых домов, расположенные в зоне воздействия Томской ГРЭС-2 (пр. Фрунзе 222), в районе Каштака (ул. Карла Ильмера 17) и общежития ТПУ (пр. Ленина 45). Также отбор проводили на метеоплощадке ИМКЭС СО РАН (Академгородок). Результаты анализа уровня пылевого загрязнения приземного слоя воздуха, который определяли по среднему значению массы пыли на фильтр в каждом изучаемом районе города. Рассчитывалась по формуле:

$$M_{\text{ср.п}} = \Sigma M_{\text{п}} / N$$

где  $M_{\text{ср.п}}$  – среднее значение массы пыли на один фильтр, мг/фильтр;

$M_{\text{п}}$  – масса пыли на каждом фильтре, мг;

$N$  – количество фильтров.

Результаты эксперимента по сбору пыли на фильтры типа «синяя» и «белая» лента показали отсутствие существенных различий в накоплении пыли на этих фильтрах. Но все же на фильтре типа «белая» лента осаждаются чуть больше частиц, что, видимо, связано с большим размером пор (средний размер пор - 5-8 мкм) этих фильтров.

В порядке убывания величины среднего значения массы пыли/фильтр районы г. Томска можно ранжировать следующим образом: Каштак – район расположения Томской ГРЭС-2 – общежитие ТПУ – Академгородок (табл. 1).

Следует отметить, что в районе Каштака отбор проб проводился не далеко от автомагистрали. Высокая величина среднего значения массы пыли в районе расположения Томской ГРЭС-2 может объясняться не только выбросами этого объекта в летний период, но и близ расположенной автомагистрали и ветровой

эрозией почвогрунтов. Район проспекта Ленина - основной путь движения автотранспорта с очень низкой пропускной способностью.

Таблица 1

Величина среднего значения массы пыли в летний период  
на территории г.Томска, 2015 г.

Место отбора пыли	Характеристика объектов	Среднее значение массы пыли на один фильтр, мг/фильтр типа синяя лента	Среднее значение массы пыли на один фильтр мг/фильтр типа белая лента
1. Академгородок, Академический проспект 10/3 стр. 30	Метеоплощадка 1 м над землей	10.2	15.2
	Метеоплощадка 2 м над землей	8.8	11.3
	Метеоплощадка 20 м над землей	10.7	11.7
Место отбора пыли	Характеристика объектов	Среднее значение массы пыли на один фильтр, мг/фильтр типа синяя лента	Среднее значение массы пыли на один фильтр мг/фильтр типа белая лента
2. Каштак	ул. Карла Ильмера 17 (4 этаж – около 10 м над землей)	23.9	27.6
3. Общежитие ТПУ	пр. Ленина 45 (5 этаж – около 12 м над землей)	17.5	20
4. Томская ГРЭС-2	пр. Фрунзе 222 (2 этаж, 5 м над землей)	19.6	16.3

Рассматривая результаты по массе пыли, накопившейся на фильтрах «белая» лента четко прослеживается закономерность, что в городе на высоте 10-12 м запыленность воздуха выше, чем на высоте 5 м. Поэтому получается, что жить на 4 и 5 этаже не очень благополучно с экологической точки зрения.

#### Литература

1. Таловская А.В. Геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории г.Томска // Оптика атмосферы и океана. – Томск. 2010. - № 6. – С.519 – 524.
2. Тентюков М.П. Способ и устройство для экспонирования контейнеров для сбора сухих аэрозолей на беслесных территориях // Патент на изобретение RUS 2459191 16.06.2015.

**СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА****А.Н. Николаенко**Научные руководители доцент Н.А. Осипова, доцент А.В. Таловская  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Угледобывающие предприятия Кемеровской области – крупнейшие предприятия угольной промышленности в России. Данные предприятия различной мощности окружают со всех сторон город Междуреченск, который расположен в 60 километрах восточнее города Новокузнецка и в 302 километрах юго-восточнее областного центра города Кемерово. При добыче и сгорании углей вместе с угольной пылью и продуктами сгорания в окружающую среду выбрасывается ртуть [2]. Целью настоящего исследования было проследить, как сказываются процессы сжигания углей на содержание ртути в компонентах природных сред. При этом в качестве надежного индикатора загрязнения атмосферы рядом исследователей используется снеговой покров, так как он является природным фильтром для многих веществ и элементов и интенсивно накапливает загрязняющие вещества из атмосферного воздуха [4].

Пробы снега были отобраны по всей территории города в местах компактного проживания населения, согласно РД 52.04.186 – 89, а также Методических рекомендаций по оценке загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве №5174-90, и с учетом многолетнего опыта снегогеохимических исследований на территории Западной Сибири [3, 4]. Общее число отобранных и проанализированных проб составило 38.

Содержание ртути в пробах твердого осадка снега определяли в лаборатории микроэлементного анализа природных сред МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ на ртутном анализаторе «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» согласно методике ПНД Ф 16.1:2.23-2000.

Вещественный состав твердого осадка снега на территории г. Междуреченска представлен одним типом минеральных образований (прозрачные бесцветные частицы кварцы, образующиеся в результате противогололедных мероприятий) и 4 типами техногенных частиц (алюмосиликатные микросферулы, угольная пыль, частицы сажи, частицы шлака, волокнистые частицы). Выявлено что техногенные частицы (содержание частиц в пробе от 70 до 85%) доминируют над минеральными (содержание частиц в пробе от 15 до 30%). Особенно этот факт проявляется вблизи котельных (вблизи расположения котельных было выявлено самое высокое содержание техногенных частиц в пробе, которое составляет 80 – 85%).

На территории г. Междуреченска содержание ртути в пробах твердого осадка снега изменяется от 0,203 до 0,494 мг/кг, при средней величине 0, 290 мг/кг, превышение фонового содержания составляет 1,4–3,4 раз. Содержание ртути в снеготалой воде изменяется от 6 до 33 нг/л, при средней величине 9,47 нг/л, превышение фонового содержания составляет 2 –11 раз.

При этом выделяются два ореола с повышенным содержанием ртути в Восточном районе города. Содержание ртути в первом ореоле – 0,494 мг/кг, во втором – 0,476 мг/кг. Первый ореол расположен в частном секторе, где расположены частные дома с печным отоплением, в качестве топлива которые используют – уголь. С этим может быть связано образование ореола повышенных

концентраций ртути в этой части города. Второй ореол приходится на промышленную территорию вблизи транспортного ремонтного механического завода.

Больше ртути накапливается в твердом осадке снега, чем в снеготалой воде (рис. 1). Это вызвано тем, что ртуть является слабо растворимым в воде химическим элементом, и сорбируется преимущественно в частицах твердого осадке снега.

Основной вклад в загрязнение снегового покрова на территории г. Междуреченска вносят два фактора: региональный и локальный. К региональному фактору относятся выпадения, связанные с переносом вещества от угольных разрезов в процессе разработки и горно – взрывных работ. К локальному фактору загрязнения относятся котельные, которые расположены на территории г. Междуреченска, а также автотранспорт.

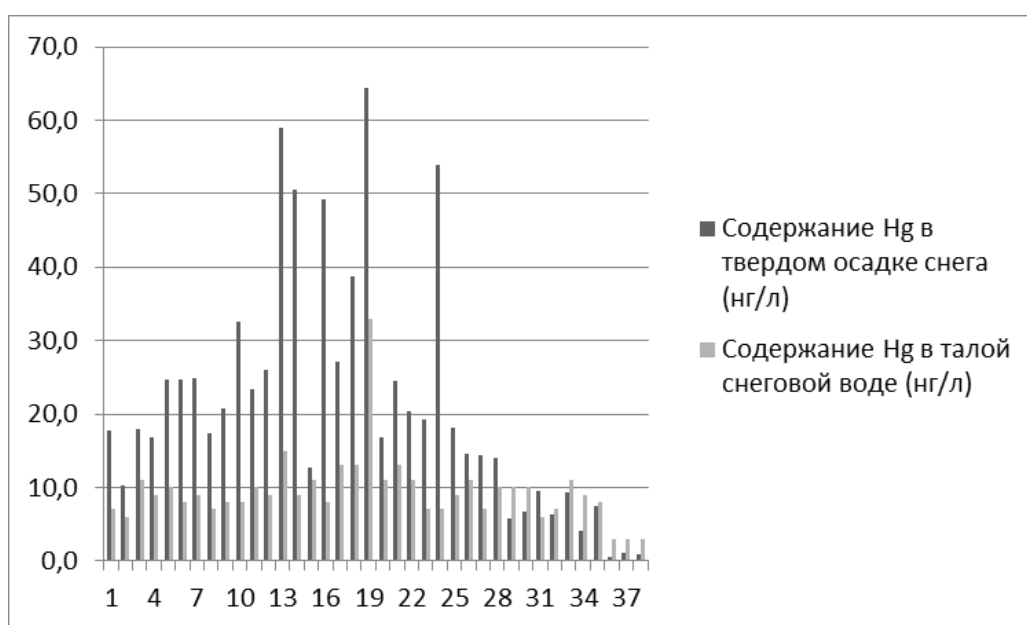


Рисунок 1 – Содержание ртути в твердом осадке снега и в снеготалой воде

#### Литература

1. Ртуть в углях Сибири / А. В. Волостнов [и др.] // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты : материалы Международного симпозиума, Россия, Москва, ГЕОХИ РАН, 7-9 сентября 2010 г.. — М.: 2010. — С. 99-104..
2. Е. Г. Язиков. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: Дис. ... докт. геол.-мин.наук. 25.00.36 / Язиков Егор Григорьевич; Том. политехн. ун-т. – Томск, 2006. – 423 с.
3. Оценка эколого-геохимического состояния территории г.Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв / Е. Г. Язиков, А. В. Таловская, Л. В. Жорняк; Томск: Изд-во ТПУ, 2010.
4. Таловская А.В. Филимоненко Е.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных районов Томской области по данным изучения снежного покрова. Стат. отчет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014.



**СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК ПЛАНШЕТ-НАКОПИТЕЛЬ ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ****Е.А. Никулина**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Машиностроительный комплекс в целом является потенциальным загрязнителем окружающей среды. Как и в любых других отраслях промышленности, в машиностроительной имеют место сбросы в водную среду, выбросы вредных веществ в атмосферу, в том числе образуются физические излучения и твёрдые отходы.

В выбросах в атмосферу можно отметить пыли различного гранулометрического состава, оксид углерода, диоксид серы, сероводород и оксид азота. Также, выбрасываются сварочные и масляные аэрозоли, углеводороды эфирного ряда (уайт-спирит, бензин), растворители ароматического ряда (бензол, толуол, ацетон, ксилол). В процессе пайки и сварки выделяются пары оксидов цинка и железа, аэрозоли кремния, меди, марганца, а также фторидов и озона. При производстве окрасочных работ, в окружающую среду поступают аэрозоли пигментов, а также пары органических растворителей лакокрасочных материалов.

При работе металлорежущих станков применяются смазочно-охлаждающие жидкости (различные эмульсии и масла). Указанные вещества также попадают в атмосферный воздух [1].

Получить пространственную детальную картину распределения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе районов расположения промышленных предприятий машиностроительной отрасли можно с помощью такого планшета-накопителя пылеаэрозольных выбросов, как снежный покров. Отбор проб снега чрезвычайно прост, так как не требует сложного оборудования, по сравнению с отбором проб атмосферного воздуха [2]. Кроме того, снежный покров является хранителем информации о современном техногенном загрязнении, которое еще слабо проявляется в почвенном покрове, а также позволяет оценить химическую (поэлементную и суммарную) и пылевую техногенные нагрузки на окружающую среду [1].

На основе литературного обзора, рассмотрим пример применения снежного покрова в изучении выбросов машиностроительных предприятий в крупном оборонном и промышленном городе Ковров [3].

Выбросы вредных веществ в атмосферу города осуществляется крупными и мелкими промышленными комплексами – машиностроительными, строительными, котельными предприятиями, различными передвижными источниками – железнодорожным и автомобильным транспортом. Содержание тяжелых металлов в твердой фазе снежного покрова города приведено в таблице 1.

Наблюдаемые химические элементы фиксируют все наиболее важные источники загрязнения окружающей среды: энергетика, промышленность и транспорт. Высокие концентрации молибдена и вольфрама относятся ко всем «горячим» производствам: ТЭЦ, работающая на мазуте, и литейные цеха. Свинец преобладает вблизи автомобильных дорог и литейных производств. Цинк и медь являются преобладающими элементами любого промышленного города, проявлены в исследуемом районе наряду с оловом, никелем, хромом и марганцем. Эти элементы характерны для выбросов машиностроительных заводов на территории города. Цинк, сурьма и олово преобладают на территории приборостроительных

заводов. Ртуть, никель и ванадий характерны для выбросов теплоэнергетических установок, а также наблюдаются в их зоне действия.

Таблица 1

*Характер загрязнения твердой фазы снега по показателям коэффициента концентрации и суммарного показателя загрязнения [3]*

	Zc	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cr	V	Mo	Mn	W	Sn	Hg
Сфон		80	70	50	20	7	50	64	1	570	1	5,2	0,01
Сmax	973	1000	3000	1500	1000	120	2000	500	120	2500	1000	1500	0,3
Сср	370	575	900	454	510	57	791	316	36,6	1732	537	589	0,2
КК		27	18	28	16	5,7	9,6	4,2	37	1,4	215	15,5	2,1

Примечание: КК – коэффициент концентрации; Zc – суммарный показатель загрязнения; Сфон – содержание элемента в твердой фазе снега на территории регионального фона, мг/кг; Сmax – максимальное содержание элемента в твердой фазе снега, мг/кг; Сср – среднее содержание элемента в твердой фазе снега, мг/кг.

Содержание пыли в снежном покрове города различно: среднесуточное выпадение пыли в промышленной зоне города достигает 490 мг/м<sup>2</sup>, при среднем содержании 43 мг/м<sup>2</sup>. Таким образом, превышение составляет более 10 раз. Практически вся территория города характеризуется превышением пылевой нагрузки над фоном в 1,5-3 раза, центральная селитебная часть города – в 6-12 раз, а в промышленных районах содержание превышает фоновые показатели в 12-49 раз.

Контрастность прослеживается и при распределении химических элементов и их суммарного содержания в снежном покрове с удалением источника загрязнения. Отмечаются две зоны: ближняя, где резко уменьшается концентрация элементов, и дальняя, где концентрация элементов плавно уменьшается до фоновых показателей.

Первая зона сравнительно небольшая (включает в себя первые сотни метров), вторая зона значительно больше. Зоны загрязнения в городе вытянуты по главенствующему направлению ветра – с северо-востока на юго-запад.

Результаты анализа тяжелых металлов в снежном покрове показали основные черты техногенной аномалии: высокую контрастность по отношению к фону, поликомпонентность, а также специфичность ассоциации тяжелых металлов для предприятий машиностроительной отрасли [3].

Таким образом, на основе литературного обзора выяснилось, что предприятия машиностроения являются мощными источниками загрязнения, снежный покров отражает уровень загрязнения воздуха пылегазовыми выбросами, и индикаторными элементами в выбросах машиностроительной отрасли по данным изучения твердой фазы снежного покрова являются цинк, медь, олово, марганец, хром и никель.

#### Литература

1. Промышленная экология: учебное пособие / под ред. В.В. Денисова. – Ростов н/Д: Феникс; М: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2009. – 720 с.
2. Негрбов О.П., Астанин И.К., Стародубцев Е.С., Астанина Н.Н. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе социально-гигиенического мониторинга // Вестник Воронежского государственного университета. – Воронеж, 2005. – №2. – С. 149-153.

3. Шварева И.С., Садовникова Л.К., Савенко В.С. Особенности формирования техногенных полиэлементных геохимических аномалий в депонирующих средах в зоне воздействия промышленных предприятий машиностроительной отрасли // Химия и химическая технология. – Иваново, 2006. – №7. – С. 31-35.

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЫЛЕВОГО АЭРОЗОЛЯ В ОКРЕСТНОСТЯХ АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА Г. КРАСНОЯРСКА

С.А. Поликанова

Научный руководитель доцент А.В. Таловская, доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Загрязнение снегового покрова – один из показателей качества атмосферного воздуха. Снеговой покров является одним из наиболее информативных объектов для выявления техногенного загрязнения, что обусловлено способностью накапливать и сохранять поллютанты, которые поступают из нижних слоев атмосферы на подстилающую поверхность [8]. В г. Красноярске основными источниками загрязнения служат выбросы автотранспорта и стационарные источники, среди которых значительный вклад вносит ОАО «Красноярский алюминиевый завод» - 45% [11].

В 2013 г. автором был осуществлен отбор проб снегового покрова в окрестностях алюминиевого завода г. Красноярска. Все работы по отбору и подготовке проб снега выполнялись с учетом методических рекомендаций [6] и руководства по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). Всего было отобрано 3 пробы согласно главенствующему направлению ветра на расстоянии 1, 2 и 3 км от границы предприятия. Объектом исследования являлся твердый осадок снега, представляющий собой частицы пылевого аэрозоля, аккумуляированных в снеговом покрове.

Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) на 28 химических элементов проводился в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» (аналитики А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская). По результатам проводился расчет общей нагрузки, создаваемой поступлением каждого из химических элементов в окружающую среду:  $P_{\text{общ}} = C \times P_n$ , где  $P_{\text{общ}}$  – общая нагрузка, мг/ (км<sup>2</sup> \* сут),  $C$  - содержания элемента в твердом осадке снега (мг/кг), где  $P_n$  – величина пылевой нагрузки, кг/км<sup>2</sup>\*сут [2].

Также рассчитывался коэффициент аэрозольной аккумуляции  $K_a$  [5]:  $K_a = A/K$ , где  $A$  - содержание элемента в твердом осадке снега;  $K$  - кларк этого же элемента в гранитном слое континентальной земной коры [1].

В статье представлены данные по концентрациям Na, Ca, Fe, Sr и Ba в связи с тем, что, согласно литературному обзору [3, 4, 9, 11, 12], эти элементы могут поступать с выбросами алюминиевых заводов.

Содержание элементов в пробах твердого осадка снега показано в таблице. Анализ данных показал, что наиболее высокие значения содержаний элементов характерны для Na на расстоянии 3 км от границ предприятия, для Ca, Fe, Sr, Ba наблюдается определенная закономерность по мере удаления от завода: наиболее высокие значения содержаний данных элементов в пробах характерны на расстоянии 2 км, а наиболее низкие – 3 км от алюминиевого завода. Максимальная

величина общей нагрузки характерна для Na, Ca, Fe, Sr, Ba, и наблюдается для Na на расстоянии 1 км, для Ca, Fe, Sr, Ba – на расстоянии 2 км от границ завода (табл. 1).

Коэффициенты аэрозольной аккумуляции для Na, Ca, Fe, и Ba менее 1, для Sr изменяются от 2 до 4, что свидетельствует о обогащенности пылевого аэрозоля этим элементом. Среднее содержание элементов в пробах не превышает среднее содержание в пробах с территории г. Красноярск согласно [10].

Таблица 1

*Содержание химических элементов в пробах твердого осадка снега и общая нагрузка элементов в окрестностях алюминиевого завода г. Красноярск, 2013г.*

Расстояние от границ завода до точки отбора	Na	Ca	Fe	Sr	Ba
1 км	$\frac{0,39}{3206}$	$\frac{1,46}{11922}$	$\frac{1,16}{9485}$	$\frac{613}{501118}$	$\frac{286}{233484}$
2 км	$\frac{0,36}{2849}$	$\frac{2,67}{21311}$	$\frac{1,95}{15617}$	$\frac{951}{760489}$	$\frac{576}{460602}$
3 км	$\frac{0,66}{2764}$	$\frac{1,27}{5321}$	$\frac{1,01}{4258}$	$\frac{393}{164895}$	$\frac{253}{106242}$

*Примечание: в числителе – содержание в (мг/кг) (содержание Na, Ca, Fe указано в % ( $10^4$  мг/кг)), в знаменателе – общая нагрузка в мг/ ( $км^2 \cdot сут$ ) (общая нагрузка Na, Ca, Fe указана в г/ ( $км^2 \cdot сут$ )).*

Натрий является специфическим элементов выбросов алюминиевых заводов [3, 9], кроме того, натрий входит в состав криолита ( $Na_3AlF_6$ ) – основного компонента электролизного расплава [12]. Кальций также может быть характерным элементом выбросов алюминиевого завода, т.к. фториды кальция могут применяться как добавки в криолито-глиноземный расплав для получения первичного алюминия, а в дальнейшем происходит их трансформация [11]. Помимо этого кальций характерен для выбросов заводских тепловых станций [3, 9].

Согласно [4] в твердых аэрозолях, аккумулярованных в снеговом покрове из зоны воздействия Саяногорского и Хакасского алюминиевых заводов наряду с другими элементами был обнаружен стронций, превышающий фоновое содержание, а в растворимой части аэрозолей в повышенном количестве находились железо и барий. Однако, стронций также может являться типичным элементом, содержащимся в углях [7], сжигаемых на Красноярской ТЭЦ-3.

Таким образом, были рассмотрены особенности химического состава твердого осадка снега из зоны воздействия алюминиевого завода г. Красноярск. В результате были определены концентрации и общая нагрузка элементов, характерных для выбросов алюминиевого завода, которые были отмечены ранее в литературе.

#### Литература

1. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М., «Недра», 1976, 248 с.
2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др.. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

3. Давыдова Н.Д. Анализ состояния геосистем в зоне воздействия пылегазовых эмиссий / Н. Д. Давыдова // Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири. – Новосибирск : Наука, 2004. – С. 91–104.
4. Давыдова Н.Д. Проблемы загрязнения природной среды Сибири // Успехи современного естествознания. 2014. № 5-1. С 186-189.
5. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 400 с.
6. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
7. Онищук Н.А. Особенности современного режима снежного покрова и химический состав атмосферных осадков в южной части Иркутской области: автореф. дис. ... канд. географических наук. Казан. фед. университет, Казань, 2010.
8. Онучин А.А., Буренина Т.А., Зубарева О.Н., Трефилова О.В., Данилова И. В. Загрязнение снежного покрова в зоне воздействия предприятий Норильского промышленного района // Сибирский экологический журнал. 2014. Т. 21. № 6. С. 1025-1037
9. Преловский В.А. Оценка состояния экосистемы в зоне воздействия Саяногорского промышленного комплекса // Вестник Томского муниципального института. - 2011. - № 347 (июнь). - С. 204-207
10. Стримжа Т. П., Неустроева М. В., Перфилова О. Ю. и др. Оценка атмосферного воздуха города Красноярска по снеговому покрову // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. — Красноярск, 2012. Вып. 3. С. 319–327.
11. Хлебопрос Р.Г., Тасейко О.В., Иванова Ю.Д., Михайлюта С.В.. Красноярск. Экологические очерки: монография. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 130 с.
12. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Чебыкин Е.П., Ершов В.А, Воднева Е.Н. Распределение некоторых элементов в снежном покрове в г. Братске. // Системы. Методы. Технологии, 2013; (4): 164-169.

### **ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (Hg, As, Cd, Se, Pb, Zn) В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОМСКОЙ ГРЭС-2**

**Н.П. Самохина**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В городе Томске значительный вклад в общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от всех стационарных источников вносят предприятия теплоэнергетики, в том числе государственная районная теплоэлектростанция (ГРЭС-2) [4]. В своем технологическом процессе данная теплоэлектростанция использует уголь Кузнецкого бассейна и природный газ.

В литературе отмечается, что такие элементы как Hg, As, Cd, Se, Pb, Zn при сжигании углей образуют опасные концентрации в атмосфере, водах и почвах и относятся к токсичным и потенциально токсичным элементам [5].

В зоне воздействия Томской ГРЭС-2 выполнялся маршрутный отбор снеговых проб по векторной сети в северо-восточном направлении на расстоянии 0,7; 1,0; 1,3; 1,6 и 2,0 км от труб теплоэлектростанции. Локальный фон был расположен на территории обсерватория «Фоновая» ИОА СО РАН (недалеко от п.



Киреевск, 70 км от г. Томска). Все работы по отбору, подготовке и анализу снеговых проб проводились в соответствии с методическими рекомендациями [3] и руководству по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). Объектом исследования являлся твердый осадок снега и талая снеговая вода.

Концентрацию Zn, As, Se, Cd, Pb в пробах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Концентрацию Hg в пробах определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии в лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре ГЭГХ ТПУ.

В таблице 1 приведены значения основных эколого-геохимических показателей изучаемых элементов (Hg, As, Cd, Se, Pb, Zn) в твердом осадке снега из зоны воздействия Томской ГРЭС-2.

Таблица 1

*Эколого-геохимические показатели химических элементов в твердом осадке снега из зоны воздействия Томской ГРЭС-2*

Расстояние от труб, км	С, мг/кг	Кс	Робщ, мг/(км <sup>2</sup> *сут)	Ка	С, мг/кг	Кс	Робщ, мг/(км <sup>2</sup> *сут)	Ка
<b>Zn</b>					<b>As</b>			
0,7	1073	7,6	49653	21	31	63	1453	2,0
1,0	933	6,6	59183	18	20	40	1264	1,2
1,3	1840	13	56414	36	27	53	814	1,7
1,6	3983	28	149760	78	42	85	1597	2,7
2,0	3097	22	134954	61	35	71	1542	2,2
<b>Cd</b>					<b>Se</b>			
0,7	0,9	3,1	42	5,7	9,6	0,8	446	5,1
1,0	0,8	2,6	49	4,8	17	1,4	1056	8,8
1,3	1,5	5,1	46	9,5	23	1,9	694	12
1,6	1,4	4,8	54	8,9	34	2,8	1297	18
2,0	1,5	5,0	64	9,2	14	1,1	592	7,1
<b>Hg</b>					<b>Pb</b>			
0,7	0,3	4,0	15	2,3	88	1,1	4069	2666
1,0	0,4	4,7	24	2,7	148	1,9	9357	4472
1,3	1,0	13	32	7,4	93	1,2	2865	2831
1,6	0,4	4,4	13	2,5	77	1,0	2878	2319
2,0	0,3	3,8	13	2,2	103	1,4	4509	3136

*Примечания: С – среднее содержание элемента в пробах твердого осадка снега, мг/кг, Кс – коэффициент концентрации элемента относительно фона, Робщ – общая нагрузка, создаваемая поступлением элемента в окружающую среду, Ка – коэффициент аэрозольной аккумуляции относительно Кларка в гранитном слое континентальной земной коры [1].*

Анализ данных о содержании элементов в пробах твердого осадка снега и талой снеговой воды показал, что все рассматриваемые элементы преимущественно концентрируются в твердой фазе снегового покрова.

Наибольшие коэффициенты концентрации в пробах твердого осадка снега наблюдаются у мышьяка (от 40 до 85). Относительно не высокие концентрации в сравнении с фоновыми наблюдаются у селена (Кс - от 0,8 до 2,8) и свинца (Кс - от 1,0 до 1,9). Значения содержаний кадмия в пробах в 3-5 раз выше фоновых, содержания ртути превышают фоновые значения от 4 до 13 раз, а содержания цинка выше фонового содержания в 6-28 раз.

Величина общей нагрузки (Робщ), создаваемой поступлением в окружающую среду таких элементов как цинк и селен увеличивается по мере удаления от труб ГРЭС-2, максимальные значения приходится на условно дальнюю зону воздействия (1,6 - 2,0 км). Максимальные значения общей нагрузки свинца и ртути сосредоточены в условно ближней зоне воздействия (до 1 км). По величине общей нагрузки, создаваемой поступлением мышьяка можно отметить, что данный элемент в составе пыли выпадает как в ближней зоне (до 1 км), так и на удалении 2 км от труб ГРЭС-2.

Значения коэффициентов аэрозольной аккумуляции кадмия и свинца указывают на умеренную (Ка от 1 до 10) интенсивность обогащения аэрозоля данными элементами, по классификации, предложенной В.В. Добровольским [2]. Тогда как для ртути мышьяка и цинка отмечается средняя (Ка от 10 до 50), для селена очень сильная (Ка более 100) интенсивность обогащения аэрозоля. Это указывает на локальный техногенный источник поступления элементов.

По результатам изучения проб талой снеговой воды выявлено, что концентрации селена, свинца и ртути не превышают фоновые показатели. Содержания кадмия находятся на уровне фоновых значений. Концентрации мышьяка в пробах в 2-3 раза выше фоновых значений. Содержания цинка превышают фон от 13 до 27 раз.

Наибольшие значения интенсивности нагрузки элементов в талой снеговой воде на территорию обнаружены у цинка, мышьяка и свинца.

Таким образом, по результатам проведенных исследований были выявлены общие закономерности распределения величины общей нагрузки, как в талой снеговой воде, так и в твердом осадке снега для мышьяка, селена, кадмия и свинца в зоне влияния Томской ГРЭС-2. По результатам расчета эколого-геохимических показателей загрязнения снежного покрова было выявлено, что Hg, As, Cd, Se, Pb и Zn имеют антропогенное происхождение.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук.

#### Литература

1. Беус А. А., Грабовская Л. И., Тихонова Н. В. Геохимия окружающей среды. М., «Недра», 1976, 248 с.
2. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: учебник для студ. ВУЗов. М.: Издательский центр «Академия», 2003, с. 400.
3. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
4. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / ред. А. М. Адам; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2013. — 172 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. - Екатеринбург: УрО РАН, 2005. - 656 с.

**РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА АБАКАНА****Е.С. Смирнова**

Научный руководитель доцент А.В. Сумина

*Хакасский государственный университет им Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

Выхлопные газы – это гетерогенная смесь продуктов окисления, неполного сгорания углеводородного топлива автомобильного двигателя [6].

Основными нормируемыми токсичными компонентами выхлопных газов двигателей автомобилей являются оксиды углерода, азота и углеводорода. Также в атмосферу поступают предельные и непредельные углеводороды, альдегиды, канцерогенные вещества, сажа и другие компоненты [2].

Величины загрязнения в основном зависят от топографии местности, объема перевозок, средней скорости движения транспортных средств, метеорологических и климатических условий территории [1].

Загрязнение воздуха выхлопными газами оказывает вредное воздействие на живые организмы. Благодаря своей летучести аэрозольные частицы и ядовитые газы проникают в дыхательную систему человека и животных, в листья растений, нарушают естественный ход физиологических процессов, ведут к аномальным изменениям. В глобальных масштабах, попадая в слои атмосферы, данные вещества способны повысить кислотность атмосферных осадков, они причастны к процессам истощения озонового слоя. Помимо всего этого, тяжелые металлы, выделяемые автотранспортными двигателями, накапливаются в почве и заражают подземные воды. Если не предпринять соответствующих мер по контролю выбрасываемых автомобилями в атмосферу загрязняющих веществ, последствия могут быть очень неблагоприятными [5].

Основным источником загрязнения атмосферы современных городов является автотранспорт, при этом его количество неуклонно растет с каждым годом. По данным компании «Автостат Инфо» в России емкость парка легковых автомобилей на 1 января 2015 года составляет 39 349 246 единиц [3]. В Хакасии наблюдается аналогичная тенденция, на сегодняшний день у каждого третьего жителя республики имеется автотранспорт [4].

Цель нашего исследования состояла в изучении загрязнения атмосферы центральной части г. Абакана выбросами автотранспорта. Массу загрязняющих веществ рассчитывали с помощью методики, в основе которой положены численные значения интенсивности, структуры и скорости транспортного потока. Все измерения проводились с 8:00 до 10:00 утра и с 18:00 до 20:00 вечера. В качестве объекта исследования были выбраны участки шести улиц центральной части г. Абакана, различные по характеристикам транспортного потока.

Полученные результаты отражены в таблице 1, можно видеть, что более 80 % всего автотранспорта на изучаемых участках составляют легковые автомобили, соответственно они выбрасывают в атмосферу основную массу загрязняющих веществ. Максимальное количество единиц автотранспорта отмечается на ул. Некрасова, которая является связующим звеном центральной части города с микрорайонами, минимальное зарегистрировано на улице К. Маркса, причем этот показатель практически в пять раз ниже, чем на ул. Некрасова, что связано с ограниченным движением на отдельных участках улицы.

Как известно, выхлопные газы имеют многокомпонентный состав. К приоритетным загрязнителям воздуха в республике Хакасия относятся бензапирен, взвешенные вещества, оксиды углерода, сера, азота и формальдегид.

Таблица 1

## Интенсивность и структура транспортного потока

Название улицы	Количество автотранспорта, авт/час			
	легковые	грузовые	автобусы	суммарное значение
Некрасова	2922	36	6	2964
Советская	1152	6	18	1176
Ленина	1188	18	30	1236
Щетинкина	1725	18	108	1856
Чертыгашева	1221	90	36	1347
К. Маркса	621	15	21	657

Проведя расчеты на основании натурных исследований, были получены следующие результаты: максимальный уровень выбрасываемого СО зарегистрирован на улицах Некрасова ( $2,6 \text{ мг/м}^3$ ), Щетинкина и Ленина, где численные значения данного показателя в 3 раза выше аналогичных на улице К. Маркса ( $0,912 \text{ мг/м}^3$ ). Данный газ относится к IV группе опасности и образуется при сгорании углеводородного топлива в двигателях внутреннего сгорания при недостаточных температурах или плохой настройке системы подачи воздуха.

Часто, различные окислы азота, которые образуются при сгорании топлива, объединяют в одну группу "NOx". Однако наибольшую опасность представляет двуокись азота NO<sub>2</sub>, высокотоксичный газ, в больших концентрациях способный вызвать отек легких и относящейся ко II классу. Минимальные значения этого показателя отмечаются на улицах Чертыгашева и Советская ( $0,014 \text{ мг/м}^3$ ), а максимальные Ленина и Некрасова ( $0,031 \text{ мг/м}^3$ ).

Загрязнение диоксидом серы, принадлежащему к III группе опасности значительно не различались по исследуемым участкам, наибольшие значения отмечались на ул. Ленина ( $0,04 \text{ мг/м}^3$ ).

Содержание формальдегида (II класс опасности) на исследуемых участках находилось в интервале от  $0,0031$  до  $0,0049 \text{ мг/м}^3$ .

Таким образом, на основании проведенного исследования можно отметить, что достаточно высокая интенсивность и скорость автотранспортного потока на улицах г. Абакана оказывает существенное влияние на состояние атмосферного воздуха, меняя его характеристики в негативную сторону. Вместе с тем, превышение ПДК на исследуемых участках при использовании расчетной методики не выявлено, за исключением формальдегида.

## Литература

1. Егорова О.С., Гоголь Э.В. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов // Вестник Казанского Технологического университета. – 2013. – Т. 16. - №. 19. с. 71-74
2. [http://www.studiplom.ru/Technology-DVS/Exhaust\\_gases.html](http://www.studiplom.ru/Technology-DVS/Exhaust_gases.html)
3. [https://auto.mail.ru/article/55473skolko\\_v\\_rossii\\_avtomobilei\\_nazvano\\_tochnoe\\_kolichestvo/](https://auto.mail.ru/article/55473skolko_v_rossii_avtomobilei_nazvano_tochnoe_kolichestvo/)
4. <http://мэрия.абакан.рф/gorsovet/resolutions/12364/12366.html>
5. <http://ooo-ikar.narod.ru/vred.html>
6. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/88353>

**ДИНАМИКА ПОТОКА LA, SE, LU И YB НА СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ (НА ПРИМЕРЕ Г. ОМСКА)****М.И. Третьякова, В.В. Литау**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Экологическая ситуация в Омске характеризуется многокомпонентным химическим загрязнением атмосферного воздуха. По вышедшей в 2010 статистике по экологии городов РФ рейтинг крупнейших городов РФ по выбросам в воздух от загрязняющих его стационарных источников возглавил город Омск [8]. С экологической точки зрения, самыми проблемными являются Октябрьский и Советский округа. Известно, что, где сильнее загрязнен воздух, там чаще люди и болеют. Происходит это и в местах, где исторически сложились крупные промышленные узлы. Вслед за заводом по нефтепереработке появился городок Нефтяников, а потом и целый микрорайон в Советском округе. В Советском округе, где расположены предприятия нефтехимической отрасли г. Омска (нефтеперерабатывающий завод, завод по производству синтетического каучука, завод полипропилена) самый высокий уровень по всем формам заболеваемости подростков и взрослых, чаще, чем у других омичей, возникают проблемы с органами дыхания [6].

Снеговой покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу с выбросами промышленных объектов. В связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор чистоты воздуха [3].

В конце февраля 2013 г. был проведен отбор проб снега в окрестностях близко расположенных нефтеперерабатывающего завода, завода по производству синтетического каучука, завода полипропилена, ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4. Всего было отобрано 10 проб. В качестве фоновой площадки была выбрана д. Москаленки, в 100 км на запад от города. Всего в фоновом районе было отобрано 5 проб.

Работы по отбору и подготовке снеговых проб выполняли с учетом методических рекомендаций [9] и на основе многолетнего практического опыта эколога-геохимических исследований на территории юга Западной Сибири [10].

Пробы отбирали с ненарушенной структурой снегового покрова шурфами на всю мощность, исключая нижний пятисантиметровый припочвенный слой. Таяние проб снега осуществляли при комнатной температуре. Снеготалую воду фильтровали через бумажный фильтр типа «синяя лента» для получения твердого осадка снега, который затем просеивали через сито с диаметром 1 мм. Определение химического состава проб твердого осадка снега проводили инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ.

При анализе данных проводили расчет коэффициента концентрации (КК) как отношение содержания элемента в твердом осадке снега (С) к его фоновому содержанию (Сф):  $КК = C/Cф$ ; среднесуточного потока элементов из атмосферы на снеговой покров:  $Робщ = C \cdot Pn$ , мг/(км<sup>2</sup>хсут), где С - концентрация элемента (мг/кг) в твердом осадке снега, Pn - пылевая нагрузка, (кг/(км<sup>2</sup>хсут)),  $Pn = P_0/S \cdot t$ , P<sub>0</sub> – масса твердого осадка снега (кг); S – площадь шурфа (км<sup>2</sup>); t – время от начала снегостава до даты отбора снега (сут.) [9].



В результате анализа полученных результатов было установлено, что концентрации La, Ce, а также Yb и Lu значительно превышают фоновые значения в отобранных пробах (табл.). Содержание La превышает фон в 7,6 раз, Ce - в 2,5 раза, Yb - в 1,8 раз, Lu - в 2 раза.

Из полученных данных видно, что на изучаемой территории наблюдается повышенные концентрации лантана в твердом осадке снега относительно среднего содержания по г. Омску. Значения величин среднесуточного выпадения изучаемых элементов на снеговой покров территории в десятки раз превышает аналогичный показатель для фонового района: La в 145 раз, Ce в 48,6 раз, Yb в 35 раз, Lu в 39,4 раза (табл. 1)

Таблица 1

Содержание редкоземельных элементов в твердом осадке снега и среднесуточный поток элементов на снеговой покров в окрестностях близко расположенных нефтеперерабатывающего завода, завода по производству синтетического каучука, завода полипропилена, ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4 г. Омска

Элементы	Содержание, мг/кг					КК	Среднесуточный приток, мг/(км <sup>2</sup> .сут)			
	Min	Max	Среднее	фон	По городу		Min	Max	Среднее	фон
La	37,8	399,5	167,3	22	74,3	7,6	2234	23610,5	9887,4	68,2
Ce	74,8	150,5	115,7	45,4	83,5	2,5	4420,7	8894,6	6837,9	140,7
Yb	3,7	4,7	4,2	2,3	4,3	1,8	218,7	277,8	248,2	7,1
Lu	0,5	0,7	0,6	0,3	0,6	2	29,6	41,4	35,5	0,9
(La+Ce)/ (Yb+Lu)	29,4	95,3	59,3	25,9	32,2					

Повышенное содержание легких лантаноидов отражается на величине La+Ce/Yb+Lu (59,3 единиц) отношения, когда как величина отношения легких лантаноидов к тяжелым в земной коре практически в два раза ниже и составляет 30,9 единиц. Содержание легких лантаноидов в природе больше, чем тяжелых, в то же время церия в природе больше, чем лантана [2]. Отношение La+Ce/Yb+Lu соблюдается для данной территории, но природная тенденция преобладания церия над лантаном нарушается, что свидетельствует о техногенном поступлении лантана.

По литературным данным известно, что на нефтеперерабатывающем заводе г.Омска применяются катализаторы гидроочистки и гидрокрекинга [7], а они содержат редкоземельные элементы, в том числе и лантан [5]. С другой стороны, согласно данным [1] в углях в качестве примеси содержатся редкоземельные элементы, которые могут поступать в атмосферу при сжигании углей, то есть, возможным источником поступления редкоземельных элементов (La, Ce, Yb, Lu) на исследуемой территории, может быть и топливно-энергетический комплекс.

Как известно, редкоземельные элементы только в последнее время стали активно изучаться на экологических аспектах влияния и их вредном воздействии на здоровье людей. Например, существует гипотеза, что в живых организмах редкоземельные элементы выполняют одинаковую функцию с кальцием. Из-за этого они и скапливаются в органах, содержание кальция в которых больше по сравнению с остальными [4]. Кроме того, доказано, что редкоземельные элементы вызывают ряд профессиональных заболеваний (пневмокониозы) [11].

Таким образом, по результатам детальных исследований химического состава твердого осадка снега, было выявлено, что специфичными элементами в окрестностях близко расположенных нефтеперерабатывающего завода, завода по производству синтетического каучука, завода полипропилена, ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4 являются La и Ce. Кроме того, выявлено нарушение тенденции преобладания церия над лантаном, что свидетельствует о техногенном источнике поступления.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта BP ExplorationOperatingCompanyLimited.*

#### Литература

1. Арбузов С.И. Металлоносность углей Сибири // Известия томского политехнического университета, 2007. – Т.1. – № 1. – С. 77–83.
2. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д-р. биол. наук. - Томск, 2011. - 46с
3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 185 с.
4. Википедия [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B8%D0%B4%D1%8B>
5. Катализатор и способ гидропереработки нефтяного сырья с его использованием [Электронный ресурс] URL: <http://www.findpatent.ru/patent/230/2301703.html>
6. Комсомольская правда [Электронный ресурс] URL: <http://www.kp.ru/daily/24514/664415>
7. ОАО «Газпромнефть – ОНПЗ» [Электронный ресурс] URL: <http://onpz.gazprom-neft.ru/company/>.
8. Российская газета [Электронный ресурс] URL: <http://www.rg.ru/2011/07/19/ecologiya.html>
9. СаетЮ.Е., РевичБ.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
10. Язиков Е.Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. 2011. – Т. 304. – Вып. 1. – 325-336 с.
11. Lanthanide particles in the lung of a printer/ A.Dufresnev [et al.] // Sei.Total Environ 1994. Vol.151, Iss.3. P.249-252.

#### АНАЛИЗ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ ТОБОЛЬСКОЙ ПРОМЗОНЫ

**Н.Ю. Факашук**

Научный руководитель доцент А.В. Соромотин.

*Тюменский Государственный Университет, г.Тюмень, Российская Федерация.*

Вопросы охраны атмосферного воздуха в городах где градообразующими предприятиями нефтехимической отрасли являются в наши дни очень актуальными. Атмосферный воздух в таких городах как – Салават, Новокуйбышевск, Новочебоксарск и др. является загрязнённым в результате промышленных выбросов. Одним из таких город является центр Тобольского

района Тюменской области – г.Тобольск. В промзоне города расположены такие крупные предприятия, как ООО “Тобольск - Полимер”, ООО “Тобольск - Нефтехим”, Тобольская ТЭЦ и строящийся “ЗапСибНефтехим” [5]. Деятельность этих предприятий связана со значительным загрязнением окружающей среды.

Целью данного исследования является получения информации о загрязнений атмосферы промышленными выбросами от предприятий Тобольской промзоны, по данным химического анализа снежного покрова. Снежный покров является прекрасным естественным показателем состояния атмосферного воздуха. Снег обладает хорошей абсорбционной способностью, и концентрация загрязняющих веществ в нём 2-3 раза выше, чем в воздухе.

Используя данные о преобладающих ветрах в г.Тобольске за зимний период 2014-2015 годов, нами была получена роза ветров (рис. 1), на которой видно, что преобладающими направлениями за период являются юго-восточное и южное направления [1]. Устойчивый снежный покров на территории образуется в среднем в конце октября, при этом сроки его появления и образования из года в год сильно колеблются в зависимости от характера погоды в предзимний период. Наибольшей высоты снежный покров достигает в I-II декаду марта [4].



Рисунок 1 - Расположение точек отбора проб

Отбор проб снега производился в I декаде марта, в результате которого, отобрано 10 проб включая фоновую пробу (по РД 52.04.186-89, ГОСТ 17.1.5.05-85) [2,3]. На каждой точке производились измерения физических параметров снега – высота снежного покрова и плотность, и производился отбор проб снега методом конверта для химического анализа пробы в лаборатории. В пробах снега определялось (химическая лаборатория НИИ экологии ТюмГУ (РОСС RU.0001.21ПЖ09) взвешенные вещества, рН, удельная электропроводность (УЭП),

нефтепродукты, сульфаты  $SO_4$ , нитраты  $NO_3$ . Данные показатели могут с достаточной ясностью дать нам картину загрязнения снега продуктами сгорания газообразного топлива, такими как: оксид углерода, диоксид углерода, сажа, нефтепродукты, нитриты и нитраты, сульфаты.

**Физические параметры снежного покрова.** Из полученных данных видно, что плотность снега в исследуемом районе в среднем выше чем на фоновой точке. Это может быть обусловлено геоморфологическими условиями и отсутствием древесной растительности в местах отбора проб. Значения плотности снега колеблются в небольших пределах и являются нормой для данных широт.

**Взвешенные вещества.** Концентрация взвешенных веществ не превышает фоновое значение, за исключением, точке под номерами 3 и 8 на величину.

Величина **pH** колеблется в пределах 5,98-6,55. Из литературных источников известно, что у снега в естественном состоянии слабокислая реакция в пределах 5.2 – 5.8 [6]. Нейтральная и слабощелочная реакция снежного покрова промзоны г. Тобольска может свидетельствовать о наличии значительных количеств золы и сажи в выбросах предприятий.

**Нефтепродукты.** Наблюдается превышение фоновой концентрации в точках №1,3,5,7,8,9 (максимальная концентрация выше фона в 12 раз). По мнению автора, превышение концентрации возможно связано выбросами от нефтехимических предприятий Тобольской промзоны.

**Удельная электропроводности, концентрация нитритов и сульфатов** не превышают фоновой концентрации.

Материалы нашего исследования, говоря о том, что загрязнение атмосферы на исследуемой территории от предприятий Тобольской промзоны в целом не значительно, однако всё же назвать ситуацию благоприятной нельзя. В будущем, планируется продолжить изучение химического загрязнения природных сред данного района (атмосферного воздуха, почвенного покрова, поверхностных и грунтовых вод).

#### Литература

1. GIS – метео. «Дневник погоды для школьников в г.Тобольске». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gismeteo.ru/diary/4590/2015/1/>.
2. ГОСТ 17.1.5.05–85. - “Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков”. – М., 1985. – 12 с.
3. РД 52.04.186-89. «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». – М., 1991. – 556 с.
4. Агроклиматические ресурсы Тюменской области (южная часть) / Под ред. Черкашенина Е.Ф. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 153 с.
5. ООО «Бранан Энвайронмент», «Оценка воздействия на окружающую природную и социальную среду предприятия по производству полипропилена мощностью 500 000 т/год ОАО «Тобольск-Полимер»», Тобольск., 2010., 241 с.
6. Василенко В. Н., Назаров И. М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова Л.: ГИМИЗ, 1985. - 182 с.

**МЫШЬЯК В ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦАХ АЭРОЗОЛЕЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ****Т.М. Черных**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Воздух, как и вода, является компонентом природы, необходимым для существования человека на планете Земля. Но быстрое развитие промышленности привело к загрязнению всех геосферных оболочек, в том числе и атмосферы, и сегодня качество воздуха оставляет желать лучшего. При производстве все больше и больше выбрасывается загрязняющих веществ, одним из них является мышьяк. В данной статье будет рассмотрен мышьяк в твердых частицах аэрозолей и его влияние на здоровье людей.

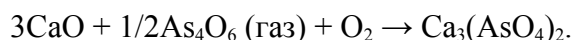
Мышьяк (As) - 33-й элемент периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, находится в V группе (по длиннопериодной таблице – в 15-й), с атомной массой 74,9 а.е.м., является р-элементом с электронной конфигурацией  $4s^2 4p^3$ , имеет три устойчивых валентности (не считая металлического  $As^0$ ):  $As^{+3}$  (наиболее токсичный),  $As^{+5}$ ,  $As^{-3}$  [5,11]. Температура кипения (сублимации)  $612^\circ C$ , температура плавления  $817^\circ C$  [4]. Мышьяк – редкий элемент, его содержание в земной коре  $1,5 \cdot 10^{-4} \%$  [5]. Это активный полуметалл, имеющий I класс опасности [2].

Металлический мышьяк нерастворим в воде, но некоторые его соединения легко взаимодействуют с ней, например, при растворении оксида мышьяка  $As_2O_3$  образуется мышьяковистая кислота ( $H_3AsO_3$ ). As охотно образует химические соединения с такими элементами, как Cl, H<sub>2</sub>, O, S, F. Мышьяк можно отнести к атмо-и гидрофильным элементам, так как его соединения  $AsCl_3$ ,  $AsF_3$ ,  $AsH_3$ ,  $As_2O_3$  обладают высокой летучестью при низких температурах [3].

По данным Ф. Маккензи, 33 % мышьяка в атмосфере находится в виде взвеси и примерно 66 % - в растворенном виде [7]. Ежегодно в атмосферу выбрасывается 28 000 тонн As. Общая нагрузка на тропосферу составляет 1740 тонн мышьяка (в Северном полушарии 85 %, в Южном – 15 %) [6]. Время нахождения мышьяка в атмосферном воздухе 9 дней, затем он выпадает с атмосферными осадками в виде различных соединений [6,10]. Существуют как природные, так и антропогенные источники поступления мышьяка в атмосферу. Они распределяются в таком соотношении: 60 % - природные (из них 97 % испарения и извержения вулканов), 40 % - антропогенные.

Основными антропогенными источниками загрязнения мышьяка являются медеплавильные заводы (40 %), тепловые электростанции (20 %), сельское хозяйство (10 %) (табл.1). Также мышьяк применяется в таких областях как, цветная металлургия, электронная, текстильная, стекольная, цементная, химическая промышленности, военное производство отравляющих веществ.

Тепловые электростанции являются крупным источником загрязнения мышьяком. Угли содержат 0,5 – 80 г/т мышьяка в форме арсенопирита, арсенатов и примеси пирита [7]. После сжигания углей мышьяк принимает газообразную форму, а также находится в виде частиц аэрозоля субмикронного и супермикронного размера [8]. В золе  $As^{+3}$  и  $As^{+5}$  представлены в соотношении 1:9 от всей массы мышьяка. Далее As взаимодействует с Ca, и образуется порошковое соединение арсенат кальция [9]:





Вместе с арсенатом кальция после сжигания углей также образуются такие соединения как,  $As_2O_3$  и арсенаты железа, и выпадают с атмосферными осадками [8].

Таблица 1

*Выбросы мышьяка в атмосферу от антропогенных источников [6]*

<b>Источник выбросов</b>	<b>Выбросы мышьяка, т/год</b>
Медеплавильные заводы	12 080
Выплавка свинца	1 430
Выплавка цинка	780
Производство стали	60
Сжигание углей (ТЭС)	6 240
Вырубка лесов	1 920
Сельское хозяйство (гербициды, инсектициды)	3 440
Производство стекла	467
Сжигание отходов	78
Сжигание древесного топлива	425

Соединения мышьяка очень активны, токсичны и канцерогенны. Первое на что действует мышьяк при попадании в организм, - это нервная система. При вдыхании аэрозолей с содержанием мышьяка при краткосрочном воздействии наблюдается раздражение глаз и дыхательных путей, судороги конечностей, симптомы отравления могут проявляться в течение месяца. При длительном воздействии мышьяка через органы дыхания появляются головокружение, сладкий вкус во рту, тошнота, боли в животе. Хроническое поражение нервной системы обуславливается нарушением мозговой активности, полиневритом, галлюцинациями [1].

Человечеству давно известны отравляющие свойства мышьяка. Раньше отравления им происходили специально и с летальным исходом. Сегодня при активно развивающейся промышленности, отравления мышьяком стали происходить через дыхательные пути, гораздо медленнее и незаметнее, но не менее опасно. На сегодняшний день важно правильно оценить количество и форму нахождения мышьяка в твердых частицах аэрозоля и его влияние на здоровье человека.

#### Литература

1. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей, изд.7-ое, том 3/Под ред. Н.В. Лазарева и И.Д. Гадаскиной. — М.:Химия,1977. — 608с./с. 214-224
2. ГН 2.2.5.1313-03
3. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов, книга 3/ Под ред. Э.К. Буренкова. — М.:Недра,1996. — 353с./с. 161-197
4. Справочник химика, изд.2-ое, том 1. — М.:Химия,1966. — 1072с./ с.596
5. Чертко Н.К. Чертко Э.Н Геохимия и экология химических элементов: Справочное пособие — Мн.:Издательский центр БГУ, 2008. — 140с./с.44
6. Hutchinson T.C., Meema K.M. Lead, mercury, cadmium and arsenic in the environment — Chichester, UK, 1987. — p.360/p.279-301

7. Mackenzie F.T., Lantzy R.J., Paterson V. Global trace metal cycles and predictions// Int. Assoc. Math. Geol. — 1979. — Vo.11 — 99-142
8. Seames W.S., Wendt J.O.L. The partitioning of arsenic during pulverized coal combustion// Proceedings of the Combustion Institute — 2000. — Vo.28 — 2305-2312
9. Shah P., Strezov V., Prince K., Nelson P. Speciation of As, Cr, Se, and Hg under coal fired power station conditions// Fuel — 2008. — Vo.87 — 1859-1869
10. Tamaki, S., Frankenberger Jr. W.T. Environmental biochemistry of arsenic// Environmental Contamination and Toxicology. — 1992. — Vo.124 — 79-110
11. <http://www.iupac.org>

**Вг В ПЫЛЕВОМ АЭРОЗОЛЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО (Г.ТОМСК,  
РОССИЯ) И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО (Г.ПАВЛОДАР, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)  
ПРОИЗВОДСТВ**

**Т.С. Шахова, Е.А. Филимонок**

Научные руководители профессор Е.Г. Языков, доцент А.В. Таловская  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Бром – элемент группы галогенов. Несмотря на довольно широкую распространенность (кларк Вг в земной коре 1,6 г/т), бром называют рассеянным элементом, так как он почти не имеет собственных минералов [1]. Бром оказывает тормозящее действие на центральную нервную систему - с этим связано применение его препаратов в медицине [2]. В человеческом организме бром обнаружен в крови, печени, почках, особенно много его в мозге, где он регулирует соотношение процессов возбуждения и торможения [1]. Соли брома широко применяются в дубильной промышленности (NaBr), кристаллы KBr используются в линзах, пропускающих инфракрасные лучи, LiBr работает в холодильных установках, кондиционерах, как антикоррозионный агент. Броморганические соединения используют в огнетушителях [1].

Промышленные источники поступления брома имеют малую изученность. Сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ была выявлена бром-сурьмяная специфика воздействия в районе нефтехимической промышленности по данным изучения твердого осадка снега [3]. Поэтому весьма актуально изучить особенности накопления Вг в окрестностях нефтехимических производств.

На территории г. Павлодара, в северной промышленной зоне, действует крупное предприятие по переработке нефти – ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», выпускающий бензины, топлива, битум, кокс, серу. На территории г. Томска, в северной промышленной зоне, расположен нефтехимический комбинат по производству полимеров (полипропилена и полиэтилена высокого давления), входит в состав ООО «Сибура». Поэтому в настоящее время весьма актуальным является исследование уровня загрязнения атмосферного воздуха химическими элементами. В этом плане снежный покров обладает высокой сорбционной способностью, является информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения атмосферы.

В 2014 году проводился отбор 5 проб снегового покрова на север-северо-восток от Павлодарского нефтехимического завода (ПНХЗ), также были отобраны 5 проб по северо-восточному вектору от Томского нефтехимического комбината (ТНХК). Твердый осадок снега анализировался нейтронно-активационным анализом в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории МИНОЦ «Урановая геология»

на базе кафедры ГЭГХ ТПУ. Аналитические данные были обработаны с помощью статистического анализа в программе Statistica 8.0.

Результаты показали, что среднее содержание Вг в твердом осадке снега из окрестностей Павлодарского нефтехимического завода и Томского нефтехимического комбината различаются сильно значимо ( $0,010 > p \geq 0,001$ ) (табл. 1). Однако, показатели среднесуточного потока Вг из атмосферы на снеговой покров имеют статистически значимые различия в окрестностях исследуемых предприятий.

Выявлено, что максимальное содержание Вг приходится на ближайшее расстояние от изучаемых заводов.

Таблица 1

*Содержание в твердом осадке снега и среднесуточный поток на снеговой покров Вг из окрестностей Томского нефтехимического комбината (ТНХК) и Павлодарского нефтехимического завода (ПНХЗ), 2014 г.*

ПНХЗ	Расстояние от границ предприятия север-северо-восточное направление, м							
	Эл-т. (С), мг/кг	600	300	800	300	1500	средн.	max
Вг	13,0	12,2	11,2	13,2	13,0	12,5	13,2	11,2
Эл-т. (Робщ.), мг/(км <sup>2</sup> *сут)	233	106	138	202	204	177	233	106
ТНХК	Расстояние от границ предприятия северо-восточное направление, м							
	Эл-т. (С), мг/кг	300	600	900	1200	1500	средн.	max
Эл-т. (Робщ.), мг/(км <sup>2</sup> *сут)	263	327	209	299	361	292	361	209
Вг	5,2	6,3	4,4	6,2	5,9	5,6	6,3	4,4

В работе [3] показано, что Вг является специфичным элементом в твердом осадке снега в районе расположения Томского нефтехимического комбината. Поступление брома объяснялось сжиганием газа на факелах и близ расположенной газовой теплоэлектростанции. Согласно данным [4, 5] Вг может содержаться в нефтепродуктах. Кроме того, дополнительным источником техногенного поступления Вг в окрестности нефтехимического завода г.Павлодар может служить рядом функционирующая ТЭЦ, работающая на угле, согласно работе [6] сжигание угля также может являться источником брома.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых–кандидатов наук и гранта BP Exploration Operating Company Limited.*

#### Литература

1. Макрыгина В.А. Геохимия отдельных элементов: Учебное пособие/В.А. Макрыгина; отв. ред. В.С. Антипин; Институт геохимии им. А.П. Виноградова; Иркутский гос. университет" - Новосибирск: Академ. изд-во Т е о", 2011. - 195 с.
2. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. Учебник. Москва. 1999.
3. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. — Томск:, 2006. — 47 с.

4. Revel'skii I. A., Afanas'eva E. L., Fedoseeva M. V., Leont'eva S. A., Kapinus E. N., and Revel'skii A. I./ A New Method for the Simultaneous and Highly Sensitive Determination of the Total Content of F-, Cl-, Br-, and S-Organic Compounds in Products of Oil Refining// *Petroleum Chemistry*, 2010, Vol. 50, No. 5, pp. 348–351.
5. Pasi Vainikka, Mikko Hupa. Review on bromine in solid fuels – Part 2: Anthropogenic occurrence.// *Fuel*. V. 94 (2012). Pg. 34–51.
6. Bingxian Peng, Daishe Wub, Study on bromine release from bituminous coal during combustion. // *Fuel*. V. 157, 2015, Pg. 82–86.

## Секция 4 ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА. МЕДИЦИНСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

### МОРФОЛОГИЯ И СТРУКТУРА МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ (УРОЛИТОВ)

М.И. Джумашев, Е.Ю. Чукарин

Научный руководитель доцент А.К. Полиенко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Тема исследований определяет раздел науки биоминералогии, который относится к взаимодействию минерального и органического вещества при формировании уролитов (мочевых камней). В результате работы были выделены по *морфологическим* особенностям следующие типы уролитов:

Уролиты первого типа характеризуются *друзовидной* морфологией (рис. 1, а), представленной сростками кристаллов (размерами от микроскопических до 2–3 мм). Наиболее характерными являются уролиты, поверхность которых сформирована кристаллами одноводного оксалата кальция (уэвеллита);

Уролитам второго типа свойственна *сферолитовая* (рис. 1, б) морфология. Она представлена агрегатом в виде микросферолитов, плотно прилегающих друг к другу;

Третий тип уролитов характеризуется сочетанием признаков морфологии уролитов первых двух типов, и такая морфология названа *комбинированной* (рис. 1, в);

Форма уролитов четвёртого типа напоминает интенсивно разветвлённые кораллы (рис. 1, г), характеризуется наличием разнонаправленных отростков.

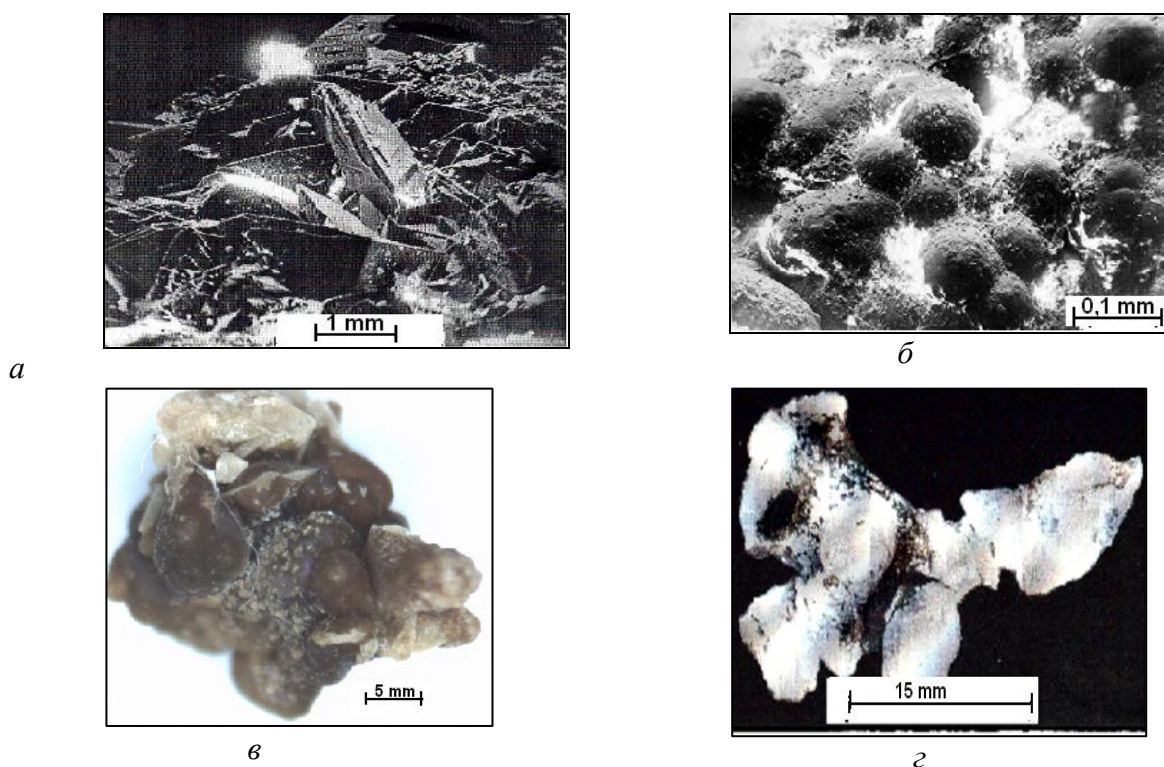


Рисунок 1 – Морфологические разновидности уролитов: а) друзовидная; б) сферолитовая; в) комбинированная; г) коралловидная



Структура уролитов разнообразна. Так, *кристаллически-зернистая* структура отмечена в большинстве уролитов; *дендритовидные структуры* встречаются также достаточно часто [2].

В структуре уролитов проявляется слоистость (от тонкой до более грубой). Это выявляется при детальном изучении срезов уролитов (в шлифах и аншлифах). Слои имеют особенность чередоваться друг с другом. Они различаются по цвету, мощности, конфигурации. Чередование слоёв в структуре уролитов создаёт *ритмическую зональность*.

*Ритмически-зональное* строение наблюдается во многих уролитах, которые представлены оксалатами, фосфатами и другими минералами. Зональность в уролитах выражается ритмическим чередованием слоёв. Концентрические слои, представленные чередованием органического и минерального вещества, располагаются вокруг центра уролита. Нередко над кристаллами оксалата кальция формируются микросферолиты, создавая *комбинированный* тип структуры [3].

В структуре уролитов установлены следующие типы ритмов:

1. **Зональный.** Зоны неорганического вещества четко упорядочены и чередуются с зонами органического вещества (в виде концентрических слоёв).

2. **Зернистый.** Зоны неорганического вещества расположены беспорядочно в виде зерен. Участки, сложенные органическим веществом, отмечаются между зёрнами.

3. **Комбинированный.** Зоны с четкой ритмичностью перемежаются с участками, которые представлены зернистым ритмом.

В уролитах с ритмически-зональной структурой выделены элементы строения: *ядро, слой, зона, ритм*.

**Ядро** занимает центральную часть уролита и представлено сгустком органического вещества либо скоплением кристаллов и их зерен. Минеральное или органическое вещество отлагалось на поверхности ядра с образованием микрослоёв различной конфигурации и мощности. **Слой** уролита – это его часть, которая имеет однородный состав, окраску и четкие ограничивающие поверхности. Мощность (толщина) отдельных слоёв колеблется от 0,1 мкм до 1 мм. Слои представлены либо минеральным веществом, либо органическим, либо тем и другим вместе. Они объединяются в группы числом от 2 до 8 слоёв, иногда больше. Такие группы слоёв в составе одного уролита закономерно повторяются через определенные интервалы. **Зона** в структуре уролита состоит из группы слоёв и ограничена с двух сторон слоями органики. **Ритм** состоит из группы зон и ограничен с двух сторон слоями органического состава. Один ритм состоит в среднем из 4-х зон (при колебаниях от 2 до 5) [4].

Изучение ритмической зональности уролитов позволяет сделать вывод о зависимости их минерального состава от определенного физиологического состояния организма, заболеваний в отдельных системах и органах, а также кристаллизации различных минералов в зависимости от кислотности или щелочности мочи.

Формирование ритмически-зональных уролитов объясняется с позиций науки биоритмологии, которая отмечает наличие в организме человека различных биологических ритмов. Учёными выделяются суточные, месячные, годовые биоритмы в организме человека. Так, например, ритмические колебания кислотно-щелочного равновесия в тканях и крови человека являются суточными биоритмами, и т. д. Вероятно, эти колебания могут оказывать регулирующее воздействие на формирование ритмической зональности в уролитах [1].

Итак, морфологические и структурные особенности строения уролитов, особенности наличие ритмической зональности, обусловленной чередованием слоёв минерального и органического вещества, свидетельствуют о тесной взаимосвязи между живым организмом и органо-минеральным агрегатом в мочевыделительной системе человека.

#### Литература

1. Зузук Ф.В. Минералогия уролитов: монография, в 3-х т. Т. 1: Распространение мочекаменной болезни среди населения мира (на укр. языке). – Луцк: Изд-во «Вежа» Волынского гос. ун-та, 2002. – 408 с.
2. Каткова В.И. Мочевые камни: минералогия и генезис. – Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН. – 1996. – 88 с.
3. Кораго А.А. Введение в биоминералогия. – СПб.: Недра, 1992. – 280 с.
4. Полиенко А.К. Ритмичность – общая закономерность развития живого и косного вещества // Биоминералогия-92:

### **ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ПЛАНЕТЫ И ДЕФИЦИТ ПРЕСНОЙ ВОДЫ**

**М.В. Алёхина, А.Л. Семенова**

Научный руководитель профессор Н.В. Куликова  
*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Здоровье населения – это показатель, который отражает комплексное воздействие социально-экономических, демографических показателей, уровень физического развития и инвалидности определенной группы людей. Здоровье населения зависит от: биологических, психологических свойств человека (наследственность, тип высшей нервной деятельности и др.); эколого-климатических факторов (ландшафта местности, состояния окружающей среды, уровень химического, биологического и физического загрязнения); социально-экономических, политических; медико-организационных (состояния служб здравоохранения, ее кадров и др.). Воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды приводит к изменению функционального состояния органов в системе организма, к повышению уровня заболеваемости, увеличению числа инвалидов, преждевременному старению и сокращению продолжительности жизни людей [7, 5].

Одним из неблагоприятных факторов окружающей среды является загрязнённость и истощение водных ресурсов планеты. Причинами загрязнения, в первую очередь, служит деятельность человека: слив неочищенных сточных вод, а результате проливов и утечек, намеренных сбросов отходов. В следствии, уменьшается количество чистых пресных вод, а также за счет вырубки лесов мелеют грунтовые воды, что ведет к истощению водных ресурсов планеты [4].

Человек нуждается в чистой пресной воде, так как за все важнейшие функции в теле отвечает именно вода, и организм грамотно управляет ее количеством, чтобы доносить витамины и минералы к клеткам, которые ежедневно выполняют свою работу. Организм обладает большими резервными запасами воды, но ее хватает лишь на 5 дней. Вода не просто жидкость, в ней осуществляются все обменные процессы в клетках, тканях организма. В день нужно выпивать около 2 литров очищенной воды, пытаясь заменить ее население пьет лимонады, чай, соки, пиво.

Если человек пьет кофе, соки или пиво, он в первую очередь получает химический состав данных продуктов (консерванты, кофеин, искусственный сахар и др.). Вода не будет участвовать в обмене, а ингредиенты обладают мочегонным действием и выводят чистую воду из тканей. Если человек не получает достаточного количества воды, клетки не только не вырабатывают новую энергию, они отдают и то, что успели накопить. Тогда клетки начинают зависеть от пищи. Чтобы снова накопить энергию, организм начинает запасать жир, развивается одна из проблем нарушения здоровья населения – ожирение [6].

Если воды поступает недостаточно, то происходят: процесс сгущения желчи, что ведет к образованию песка и камней в желчном пузыре, что раздражает печень; почечные заболевания; ишемическая болезнь сердца, атеросклероз, а также сахарный диабет вызваны вязкой «густой» кровью, которая лишена достаточного количества воды; некоторые продукты обмена могут задерживаться в костях, суставах, что вызывает хруст и сильную боль (например, боль при подагре); состояние хронического обезвоживания грозит остеохондрозами, артритами, артрозами, а также проблемами с позвоночником; обезвоживание хрусталика и нарушение микроциркуляции крови в сосудах глазного яблока является причиной катаракты, возрастной дальнозоркости и даже отслоения сетчатки; аллергия происходит на фоне обезвоживания организма, и нехватки ферментов; бронхиальная астма (нужно пить чистую воду, мокрота разжижается и выходит наружу) [1, 6].

Симптомами обезвоживания организма являются сухая кожа, усталость, плохая концентрация внимания, головные боли, повышение давления, плохая работа почек, сухой кашель, боли в спине и суставах, высокий уровень стресса. Если же организм получает достаточное количество воды, то человек становится более энергичным и выносливым, улучшается пищеварение, система кровообращения, уменьшая вероятность сердечного приступа [1].

Помимо нехватки воды, присутствует проблема ее загрязнения, так как вода является отличным растворителем. По данным ВОЗ, на середину 1990-х гг. примерно 4/5 всех болезней и 1/3 смертей в этих странах явились следствием потребления загрязненной воды. В развитых странах доступ к безопасной питьевой воде обычно имеют 95-100% жителей, в развивающихся – разброс этого показателя очень велик: от почти 100% в Коста-Рике, Тунисе, до менее 50% в Афганистане, Камбодже и менее 25% у Эфиопии и Сомали [3].

Важен баланс минерального состава воды, переизбыток или недостаток могут привести к серьезным последствиям: поступление в организм, через питьевую воду, чрезмерного количества фтористых соединений, может вызвать флюороз, который поражает зубы и кости; длительное воздействие мышьяка может приводить к развитию рака и к поражениям кожи; помимо нехватки железа, важными факторами возникновения анемии является ряд инфекционных заболеваний, связанных с несоблюдением гигиены питьевой воды, санитарии. Также болезни передаваемые водой – это гепатит А, диарея, брюшной тиф, холера [2].

С 1990 года охват обеспечением питьевой водой в развивающихся регионах достиг 87%. Несмотря на достигнутый прогресс, в 2012 году 748 миллионов человек все еще не имели доступа к улучшенным источникам питьевой воды. Плохими источниками продолжают пользоваться 9% населения, из которых около четверти используют воду из наземных водоемов [8].

Закключение. Здоровье населения планеты напрямую связано с дефицитом пресной воды. Главная задача государства в целом и здравоохранения в частности

состоит в разработке и реализации комплекса профилактических мероприятий по снижению воздействия факторов риска и усилению позитивных факторов, обуславливающих здоровье населения. Здоровое население – это здоровая опора государства.

#### Литература

1. Болезни XXI века: Обезвоживание – страшная болезнь современности. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.likar.info/coolhealth/article-56724-obezhivanie-strashnaya-bolezn-sovremennosti/> (дата обращения: 26.10.15)
2. ВОЗ: Основные сведения о болезнях, связанных с водой. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diseasefact/ru/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/ru/) (дата обращения: 27.10.15)
3. Географическая картина мира. В 2 кн. Кн. I : Общая характеристика мира / В.П. Максаковский. – 4-е изд., испр.-М.: Дрофа, 2008, 495с.
4. Данилов-Данильян В.И. Дефицит пресной воды и мировой рынок // Водные ресурсы. 2005. Т. 32. № 5. С. 625–633.
5. Кураев Г.А., Войнов В.Б. Валеология. Словарь терминов. – Ростов н/Д, 2002, 91с.
6. Марков, В.В. Основы здорового образа жизни и профилактика болезней. – М.: «Академия», 2001. – 320 с.
7. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник / В. А. Медик, В. К. Юрьев. - 3-е изд., перераб. и доп. 2013. - 288 с. : ил.
8. WHO/UNICEF. Progress on drinking water and sanitation - 2014 update. 2014, 78с.

#### АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЕ КРУПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЖЕНСКОГО ПОЛА

**А.И. Беляновская**

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В условиях техногенного влияния городской среды живой организм постоянно подвергается множественному воздействию со стороны различных факторов. С этой точки зрения, современные крупные индустриальные города представляют собой экстремальные зоны обитания [2].

Химический элемент считается эссенциальным, если при его отсутствии или недостаточном поступлении в организм, нарушается нормальная жизнедеятельность, прекращается развитие, становится невозможной репродукция. К эссенциальным микроэлементам относятся: железо, кобальт, медь, марганец, хром, селен, молибден, йод, цинк [3]. Репродуктивная система является биологическим индикатором экологического состояния окружающей среды [1]. Организм человека и свиньи домашней имеет сходный химический состав [2].

**Цель работы:** провести анализ содержания химических элементов в репродуктивной системе крупных млекопитающих женского пола.

**Объектом исследования** является:

1. Биоматериал (плацента) 10 женщин, проживающих на территории Томской области (г. Асино, пос. Моряковский затон, пос. Мирный). Средний возраст доноров составил 33 года, от 25 лет до 41 года. Пробы отбирала Станкевич С.С., Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск.

2. 4 пробы органов репродуктивной системы (молочная железа, матка) свиньи домашней (*Sus scrofa domesticus*). Пробы взяты в хозяйстве поселков на территории Томской области: Кижирово, Верхнесеченово.

**Методы исследования.** Для анализа проб использовался метод инструментального нейтронно-активационного анализа, аналитик – с.н.с. Судыко А.Ф. Данный метод ИНАА обладает рядом преимуществ по сравнению с другими, в том числе дает возможность определять в широком диапазоне (от п.1 до п.10–6%) содержание химических элементов. При этом не используется химическая подготовка проб, что исключает погрешности за счет привноса или удаления элементов вместе с реактивами [4].

Выбранные для пробоотбора населенные пункты входят в состав Томской агломерации (рис. 1).



Рисунок 1 – Карта отбора проб биологического материала

**Результаты и обсуждение:**

Результаты, проведенных исследований на территории Томской области представлены в таблице 1.

Обращают на себя внимание повышенные концентрации хрома, кобальта и, особенно, цинка в организме свиньи домашней. Человеческий организм отличается высокими содержаниями железа.



Таблица 1

Содержание эссенциальных элементов в золе биологического материала крупных млекопитающих, на территории Томской области, мг/кг

X/э	Репродуктивная система женщины				Репродуктивная система свиньи домашней				Кларк ноосферы
	X±λ	Kк	min	max	X±λ	Kк	min	max	
Cr	1,01±0,2	0,02	0,59	1,22	3,13±2,1	0,06	0,25	9	50
Fe	9810±761, 9	0,45	8286	10571	1070±440,4	0,05	220	1850	22000
Co	0,56±0,1	0,03	0,4	0,76	1,15±0,4	0,05	0,37	2,32	22
Zn	0,82±0,1	0,02	0,65	0,92	289±71,4	6,28	86	408	46

Примечания: X±λ – среднее значение и стандартная ошибка, Kк – коэффициент концентрации по М.А., Н.Ф. Глазовским 1988 [4], min- минимум, max – максимум

**Вывод:** по результатам исследования, можно предположить, что репродуктивная система, как человека, так и свиньи домашней, концентрирует эссенциальные элементы в количествах, не превышающих кларковое содержание этих элементов в ноосфере, что, по-видимому, связано с тем, что для каждой системы характерно специфическое накопление химических элементов.

#### Литература

1. Elinder Cake - Gustaf, Friherg Lars. Antinomy: Handbook on the toxicology of metals // Edited by L. Fliberg et ol. - Elsevier / O North - Holland; Biomedical Press, 1979. 226 p.
2. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д-р. биол. наук: 03.02.08 - Экология. Томск, 2011. 46 с.
3. Бородулин В., Тополянский А. Большой медицинский энциклопедический словарь. М.: Рипол Классик, 2007. 960 с.
4. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР М.: Высшая школа, 1988, 324 с.
5. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. Томск: Курсив, 2006. 216 с.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ТРАНСФОРМАТОРА С ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

А.А. Будько

Научный руководитель доцент О.В. Васильева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Энергетика является основой развития всей инфраструктуры в целом, как промышленности, так и сельского хозяйства, транспорта, коммунально-бытового хозяйства [1]. Использование каждой из этой отрасли ведет к загрязнению природной среды, отличаясь лишь тем, что именно используют в качестве ресурса, степенью опасности и объемом выбросов, а также твердых токсичных отходов [1, 2].

В зависимости от того, насколько выросла потребность в электроэнергии на городских просторах, большинство подстанций проектировались вблизи деловых зданий, парков, мест общего пользования. В связи с этим, важным фактором при размещении трансформаторных подстанций на городской территории является экологическая безопасность и недопущение возгорания [3]. Таким решением было создание трансформаторов с элегазовой изоляцией вместо масляных трансформаторов.

Трансформаторы с элегазовой изоляцией имеют отличные характеристики (табл. 1) и обширно находят свое применение на подземных и закрытых подстанциях в условиях городской жизни.

С точки зрения экологической безопасности, наглядно можно привести пример, показывающий надежность и электробезопасность для окружающей среды данного вида трансформатора (рис. 1).

Гидроэлектростанция расположена в регионе с влажным тропическим климатом на территории заповедника мирового значения, охраняемого государством. На данной ГЭС для исключения опасности утечки масла предусмотрен трансформатор с элегазовой изоляцией.

Таблица 1

Основные характеристики трансформаторов с элегазовой изоляцией

Основные характеристики	Преимущества трансформаторов с элегазовой изоляцией
• Негорючесть	В трансформаторах с элегазовой изоляцией в качестве изоляции и хладагента применяется гексафторид серы (SF <sub>6</sub> ); это делает ненужными противопожарное оборудование, маслосборники и сточные каналы вокруг трансформаторов.
• Отсутствие взрывоопасности	Так как в случае внутренних неисправностей подъем давления в баке очень мал в сравнении с прочностными характеристиками бака, бак трансформатора с элегазовой изоляцией взрываться не будет, что является гарантией безопасности оборудования на подстанции.
• Компактность	Поскольку ни расширительный бак, ни устройства сброса давления не нужны, становится возможным уменьшить высоту помещения трансформаторной подстанции.
• Отличное сопряжение с элегазовой коммутационной аппаратурой	Применение трансформаторов с элегазовой изоляцией совместно с элегазовой коммутационной аппаратурой обеспечивает очень компактную планировку подстанции, что снижает затраты на строительство.
• Простота и экологичность установки	При установке данного типа трансформаторов исключается возможность экологического загрязнения территории монтажа

Согласно [3], электроэнергетические компании и производители электрооборудования предприняли огромные усилия, для того, чтобы свести к минимуму утечку гексафторида серы (SF<sub>6</sub>). Ввиду тщательного соблюдения регламента, газоподготовки и установки систем полного улавливания/утилизации

гексафторида серы, объем выбросов газа на оборудовании с элегазовой изоляцией был сильно снижен (рис. 2).

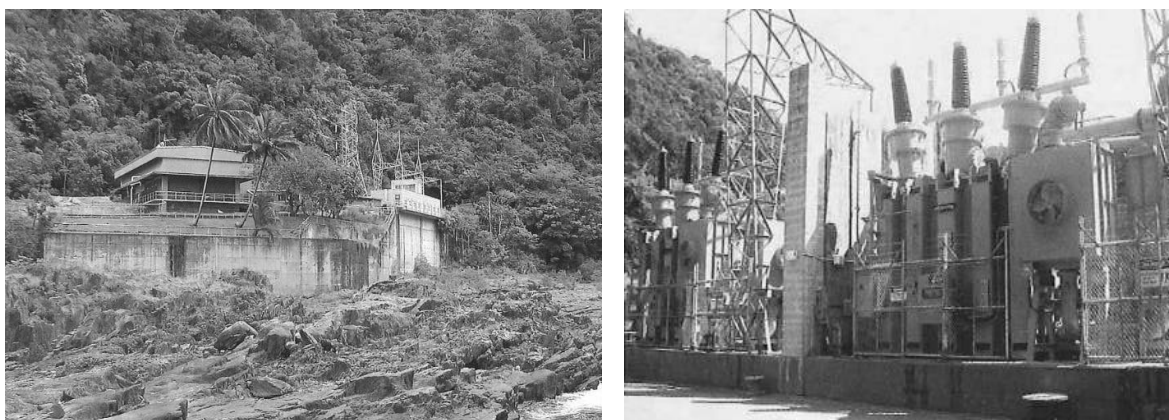


Рисунок 1 – Гидроэлектростанция (слева), трансформатор 39 МВА–132 кВ (справа) с элегазовой изоляцией

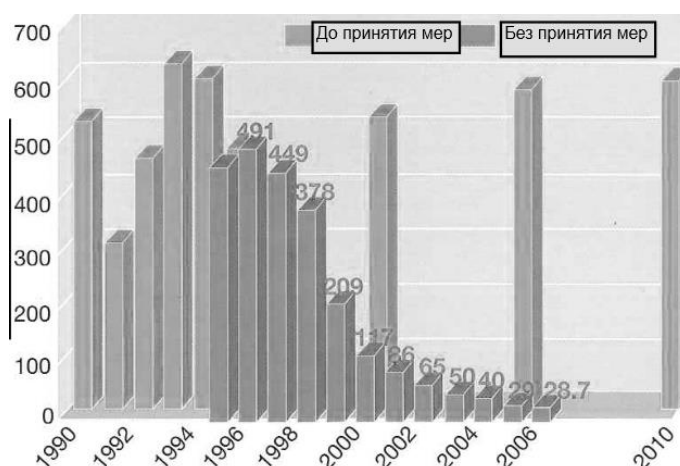


Рисунок 2 – Выбросы (SF<sub>6</sub>) трансформаторов с элегазовой изоляцией

Увеличение городской инфраструктуры, а также ее техническая сложность требует надежности к взрывопожаробезопасности и экологичности используемого оборудования, а именно трансформаторов с элегазовой изоляцией. Ответственность к надежности позволит использовать трансформаторы в электроустановках промышленных предприятий, в частности нефтехимической, металлургической, машиностроительной и др. отраслях, а также для электроснабжения зданий, сооружений, транспорта, не причиняя вред окружающей среде.

#### Литература

1. Ларионов, Н.М. Промышленная экология: учебник для бакалавров / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 495 с.
2. Ясовеев, М.Г. Промышленная экология: учеб. пособие / под ред. М.Г. Ясовеева. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – 292 с.
3. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.tosma.ru>. Каталог элегазовых трансформаторов и выключателей.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛУТОНИЯ В ПОЧВАХ РАЙОНОВ КАРАГАНДИНСКОЙ  
ОБЛАСТИ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К СЕМИПАЛАТИНСКОМУ ИСПЫТАТЕЛЬНОМУ ПОЛИГОНУ  
М.К. Воротило**

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Плутоний – это искусственный, созданный человеком радионуклид, открытый в 1940 г., который дал наряду с  $^{235}\text{U}$  начало эре ядерного оружия [1]. Плутоний в окружающей среде является огромной экологической проблемой из-за наличия его долгоживущих изотопов с периодом полураспада в десятки тысяч лет ( $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ) и биологического периода полураспада, что делает его высоко радиотоксичным [1, 2].

Основным источником поступления плутония в окружающую среду территорий, прилегающих к Семипалатинскому испытательному полигону (СИП) были испытания ядерного оружия в атмосфере в 1945–1970 гг. на СИП [3].

СИП – один из крупнейших полигонов для проведения ядерных испытаний, расположенный на пересечении границ Восточно-Казахстанской (ранее Семипалатинской), Павлодарской и Карагандинской областей [4].

Некоторые ядерные испытания оказали воздействие на территорию Карагандинской области. Было зафиксировано прохождение радиоактивных облаков от 73 взрывов. Кроме того, имело место радиационное загрязнение, обусловленное глобальными радиоактивными выпадениями. Исследования показали, что выпавшие радиоактивные вещества осели на почвенный покров и включились в миграционные процессы. Радиоактивные выпадения, обусловленные ядерными взрывами, в конечном итоге включаются в биологические циклы и подчиняются общим закономерностям поведения, определяемым ландшафтно-геохимическими условиями [5].

Участок территории Карагандинской области в пределах полигона расположен в непосредственной близости к бывшей испытательной площадке «Опытное поле», где проводились наземные и воздушные взрывы, которые внесли основной вклад в радиоактивное загрязнение исследуемой территории [6].

Задача идентификации следов выпадений от наземных и подземных (с выбросом радиоактивности в окружающую среду) ядерных взрывов, проведенных на СИП в 1949-1968 гг., возникает в связи с проблемой реконструкции дозовых нагрузок на население прилегающих к СИП территорий.

После закрытия полигона, особенно после создания Национального ядерного центра Республики Казахстан, в состав которого вошли 4 института, было начато масштабное обследование территории СИП для оценки ее радиэкологического состояния. В проведении такой работы принимало и принимает участие большое количество специалистов из различных ведомств разных стран во главе с МАГАТЭ и другими авторитетными международными организациями [5].

Разработка радиохимических методик определения трансурановых элементов в почвах СИП была начата в связи с выполнением контракта с DNA US. Наиболее приемлемым методом выделения плутония являлся метод экстракционной хроматографии. В качестве экстрагента использовался триоктиламин. Трассером для определения химического выхода служил Pu-236. При помощи этой методики было проведено более 100 определений плутония в почвах СИП и других территорий Казахстана [7].

Для определения альфа-активности плутония-239, 240 и плутония-238 в образцах почвы различного химического состава с удельной активностью Карагандинской области, в местах радиоактивных следов используется «Радиохимическая методика выделения почвы и приготовления препаратов для альфа-спектрометрических измерений» [8].

Предлагаемая методика основана на переводе в раствор изотопов плутония из пробы методом кислотного выщелачивания, приводящего к глубокому разложению пробы и первоначальному переводению всех ее компонентов во фторидные и фторидно-нитратные формы, приготовлении на основе выщелата исходного раствора для анализа, ионнообменном выделении и радиохимической очистке плутония. Метод предусматривает учет потерь целевых радионуклидов при анализе благодаря использованию радиоактивного индикатора химического выхода плутония (плутоний-236 или плутоний-242).

Данная методика предусматривает создание условий для полного изотопного обмена целевых радионуклидов плутония и радиоактивной метки, обеспечивая, тем самым, надежность получаемых значений [8].

#### Литература:

1. Трансурановые элементы в окружающей среде: пер. с англ. / под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 344 с.
2. Эмсли Дж. Элементы: пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 256 с.
3. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
4. Ядерные испытания СССР. Семипалатинский полигон /под ред. В.А. Логачева. М.: Изд АТ, 1997. – 319 с.
5. Стагнер П., Шоу П., Мартинчич Р. Предварительная оценка радиоэкологической ситуации на Семипалатинском испытательном полигоне Республики Казахстан: основа для дальнейших исследований. Отчет экспертной группы МАГАТЭ, Вена, 1996. – 38 с.
6. «Завершение 1 этапа радио-эколого-геохимического обследования территории Карагандинской области, возвращаемой Семипалатинским ядерным полигоном» / Отчет по договору № 8 от 29.07. 2002 г. – Курчатов, ИРБЭ НЯЦ РК, 2002.
7. И.В. Казачевский, В.П. Солодухин, Г.Н. Чумиков, С.Н. Лукашенко, Л.Н. Смирим, Х. Сираже. Состояние и развитие методологической базы радиоэкологических исследований в ИЯФ НЯЦ РК // Ядерная энергетика в республике Казахстан. Перспективы развития (ЯЭ-96). Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Курчатов: Изд-во «Сигма», 1996. – с. 53.
8. СТП 17.66-92 плутоний-238, 239, 240 Радиохимическая методика выделения почвы и приготовления препаратов для альфа-спектрометрических измерений. Стандарт предприятия. Комплексная система управления качеством разработок. – Введ. 1993-01-02. – СПб.: НПО «Радиовым институт им.В.Г.Хлопина», 1993. – 10 с.



**МУТАГЕННЫЙ ЭФФЕКТ «КЛАРИТРОМИЦИНА» В КЛЕТКАХ КОСТНОГО МОЗГА  
МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ВОЗМОЖНАЯ ЕГО МОДИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМ  
ВЕЩЕСТВОМ «GINKGO BILOBA»**

**И.А. Датиева**

Научный руководитель профессор Л.В. Чопикашвили  
*Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ,  
Россия*

Одной из важнейших задач гигиены окружающей среды является оценка ее факторов – мутагенных и канцерогенных свойств. Общее число ежегодно синтезируемых химических соединений превышает 5 млн. и у 5-7% этих соединений выявлены мутагенные свойства. Возникновению и развитию злокачественного роста предшествует накопление мутаций в определённых генах в тех тканях, которые вовлекаются в онкологический процесс. Частота заболеваемости раком возросла в 5 раз. В сложившейся ситуации крайне важно сохранить здоровье, когда на человека вместе с благами цивилизации наваливаются ее издержки - разного рода загрязнения окружающей среды и все больший отрыв от природы.

Поэтому важнейшим условием для сохранения генофонда является благоприятное воздействие на наследственный материал человека факторов окружающей среды. Наследственная информация, передающаяся в поколениях живых существ, рассматривается ныне как драгоценнейший, невозполнимый природный ресурс.

Цель работы: изучить генотоксический эффект лекарственного препарата кларитромицина и его модификацию биологически активным веществом Ginkgo Biloba в клетках костного мозга млекопитающих.

Для достижения поставленной цели было необходимо решение следующих задач: провести серию экспериментов *in vivo* по выявлению генотоксичности лекарственного препарата кларитромицина; выявить эффективность модификации генетического эффекта кларитромицина с помощью биологически активного вещества Ginkgo Biloba.

В данное время на фармацевтическом рынке обращается большое число лекарственных средств, чья безопасность для организма человека не была доказана должным образом клиническими испытаниями.

Большая часть лекарств, чья безопасность не доказана должным образом, с успехом реализуется на фармацевтическом рынке России, что не может не вызывать обоснованной тревоги общественности. Исследование мутагенности новых фармакологических средств и вспомогательных компонентов лекарственных форм необходимо для повышения профилактики человека от столкновения с вредоносными мутагенными факторами. Эта работа предусматривает оценку способности лекарственных средств к индукции разных типов мутаций в зародышевых и соматических клетках и делает необходимым использование для оценки мутагенных свойств лекарств комплекса методов, выполняемых на разных тест-объектах. Опыт работы по тестированию лекарств, накопленный различными группами исследователей с момента выхода первой редакции "Методических рекомендаций по оценке мутагенности новых лекарственных средств" (1981), показывает, что следует использовать для оценки лекарств на мутагенность учет хромосомных aberrаций в клетках костного мозга млекопитающих. Доказательством цитогенетической активности исследуемого препарата является

статистически значимое превышение доли абберрантных клеток в опыте по сравнению с негативным контролем.

В нашей работе для выявления уровня цитогенетических эффектов мы использовали методику хромосомных aberrаций в клетках костного мозга млекопитающих. Данный метод является составной частью практически всех комплексов методов оценки мутагенных свойств у химических веществ, принятых почти во всех странах мира, проводящих такую оценку. Костный мозг млекопитающих является наиболее широко используемой моделью для исследования мутагенной активности химических соединений *in vivo*. Это связано, во-первых, с тем, что клетки костного мозга имеют высокую пролиферативную активность и, во-вторых, простотой для приготовления препаратов. Морфология хромосом большинства видов лабораторных животных хорошо изучена.

Методическим условием наших цитогенетических исследований является использование колхицина, разрушающего веретено деления и останавливающего клеточное деление на стадии метафазы. Хромосомы в присутствии колхицина укорачиваются в результате продолжающейся конденсации, следовательно, в препарате они легче отделяются одна от другой.

Нами были изучены спектры хромосомных aberrаций, представленные одиночными и парными фрагментами. Одиночные фрагменты доминировали в негативном контроле – это aberrации хроматидного типа. Aberrации хромосомного типа – парные фрагменты во всех вариантах эксперимента представлены почти равномерным количеством, за исключением четвертого варианта эксперимента, где парных фрагментов было в два раза меньше по сравнению с предыдущими. Таким образом, на основании полученных данных исследований нами не выявлено каких-либо мутагенных свойств лекарственного препарата «Кларитромицина».

Настойка листьев Гинкго Билоба проявила ярко выраженный антимутагенный эффект, коэффициент защиты, который проявился во всех вариантах эксперимента составил 54,5%, что объясняется не только в наличии большого количества биологически активных веществ, но и в том, что действуют они комплексно, разносторонне и гармонично. Все компоненты дополняют друг друга. Основными действующими веществами Гинкго Билоба являются флавоноидные гликозиды, терпеновые вещества и проантоцианиды, которые оказывают положительное воздействие на процессы свободнорадикального окисления, тканевый метаболизм и микроциркуляцию [1].

В ходе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) Лекарственный препарат, полусинтетический антибиотик из группы макролидов «Кларитромицин» не является мутагеном. При проведении теста на хромосомные aberrации в обоих случаях был получен отрицательный результат.

2) Настойка листьев Гинкго Билоба обладает ярко выраженным антимутагенным эффектом, что проявляется в высоком коэффициенте защиты 54,5%.

Полученные материалы исследований дают возможность рекомендовать в качестве профилактического средства для защиты генетического здоровья населения, проживающего в условиях высокого антропогенного пресса настойку листьев Гинкго Билоба, которую можно использовать в терапевтической дозе как антимутаген в условиях загрязнения окружающей среды человека.

#### Литература

1. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. — М.: Академкнига, 2003. С. 282.

**РАЗВИТИЕ ЭПИТАКСИИ В МИНЕРАЛАХ, РАСТЕНИЯХ И ЖИВОТНОМ МИРЕ, КАК  
ИНДИКАТОРА ГЕОПАТОГЕННОСТИ**

**А.Е. Киреева**

Научный руководитель профессор В.Н. Сальников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Эпитаксия (происходит от греческих “эпи” - над и “такси” - упорядоченный) - это закономерное, ориентированное нарастание одного вещества на подложке другого [4]. Впервые термин «эпитаксия» был введен в 1928 году Руайе, изучавшим явление ориентированного нарастания одного вещества на кристаллической поверхности другого [1]. Большой интерес представляют различные аномальные формы кристаллов. К ним относятся кривогранные кристаллы, скелетные кристаллы и дендриты. Среди них чаще всего встречаются искаженные формы реальных кристаллов, обусловленные специфическими условиями роста [3]. Реальные кристаллы, находящиеся в природе, всегда содержат структурные дефекты. Срастание, нарастание и различные образования на подложке минерала и есть эпитаксия. Процесс эпитаксии протекает в природных условиях или его можно моделировать. При эпитаксиальном срастании возникает самая низкоэнергетическая поверхность раздела кристаллов. На поверхность матрицы (как и любого кристалла) образуется структурный дефект (нарушение однородности структуры, локализация свободной энергии), а эпитаксия исправляет этот дефект. Молодой зародыш кристалла помогает исправить некоторые структурные дефекты старого [2]. Известно несколько способов нарастания нового слоя кристаллов на подложку минерала. Различают несколько типов эпитаксии: автоэпитаксия, гетероэпитаксия и эндотаксия. Один из видов эпитаксии является автоэпитаксия (гомоэпитаксия) - ориентированное срастание индивидов одного минерального вида. Автоэпитаксия является частным случаем параллельного срастания. Суть процесса в том, что на взрослом кристалле зарождаются и растут кристаллы нового поколения, того же самого минерала, что и подложка. Ярким и распространенным примером автоэпитаксиального нарастания может служить скипетровидный кварц (рис. 1). В данном примере молодые минералы нарастают в основном на вершинах головки кварца, что приводит к образованию скипетра.

Помимо автоэпитаксии и гетероэпитаксии минералы могут создавать параллельные сростки и двойники, они являются разновидностями эпитаксиального срастания. (рис. 2, рис. 3) Отличительной чертой двойников от обычных минералов или сростков является наличие того, что одни огранения индивидов параллельны друг другу, а другие перевернуты.

В двойники могут срастаться не только два кристалла, но три, четыре и более. Аномальные искажения, встречаются в минералах, растениях и живом мире. Структура искажений в растениях и животных подобна искажениям в кристаллической решетке минералов. Некоторые плоды растений имеют двойники прорастания и скипетры (рисунок 4). Различные процессы прорастания происходят в плодах растений по аналогичной схеме с минералами, с ориентировкой в пространстве и с некоторыми сходствами во внешнем виде. В животном мире и растениях встречается двойникование, параллельное срастание, различные прорастания и включения. Процессы, происходящие в растениях животных и минералах, имеют одинаковую природу.

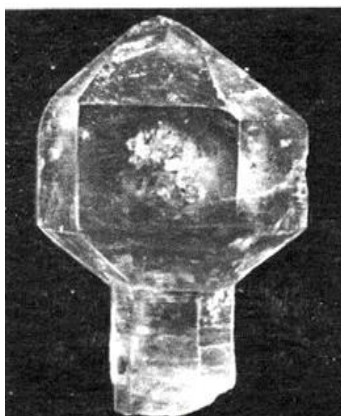


Рисунок 1 – Скиптровидный кристалл кварца [4]



Рисунок 2 – Параллельное срастание кристаллов турмалина. ([http://geo.web.ru/druza/a-Dvor\\_mus\\_Sorb.htm](http://geo.web.ru/druza/a-Dvor_mus_Sorb.htm))



Рисунок 3 – Двойник пирита (7,5x7,5x5 см). Рио-Марина о. Эльба, Италия. Фото: Жан-Пьер Буассо ([http://www.pegmatite.ru/My\\_Collection/exchange/500\\_1000.htm](http://www.pegmatite.ru/My_Collection/exchange/500_1000.htm))

Впервые нами проведены эксперименты по изменению условий хранения корнеплодов (картофель, морковь, чеснок). В экстремальных условиях в них наблюдается эпитаксия (рис. 4, рис. 6). Двойникование срастание и прорастание встречается также у животных и людей. При рождении людей могут возникнуть различные аномалии, от двойникования (сиамских близнецов) до параллельного срастания, различных прорастаний (рис. 5).



Рисунок 4 – Скиптровидный нарост на моркови (фото автора)



Рисунок 5 – Срастание и прорастание в человеке (уродства)



Рисунок 6 – Прорастание в моркови (фото автора)

Наше исследование позволяет предполагать, что различные мутации и изменения человеческого тела и растений, это эпитаксиальные процессы, которые являются не аномалиями, а заложенными природой закономерностями и зависят от наличия в окружающей среде геопатогенных зон. Эпитаксию животных и растений можно рекомендовать как один из способов биоиндикации окружающей среды.

#### Литература

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие/ под науч. ред. Пирогова Б.И. и Шкурского Б.Б. – М.: КДУ, 2008. – 736 с.
2. Кантор Б.З. Минерал рассказывает о себе. – М.: Недра, 1985. – 135с.

3. Сальников В.Н., Потылицына Е.С. Геология и самоорганизация жизни на Земле. Томск: Изд-во ТПУ, 2013, - 2-е изд. 430 с.
4. Шаскольская . М. П. Кристаллография: учеб. Пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк., 1984. – 376 с.

**ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ВЕЛИЧИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ КАК КРИТЕРИИ  
РАДОНООПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЧЕШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

**Ю.О. Ключникова**

Научный руководитель доцент Н.К. Рыжакова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Известно, что на радон и продукты его распада приходится более половины дозы, получаемой человеком от всех природных источников радиации, поэтому перед проведением строительных работ проводят соответствующие изыскания. При проведении таких работ возникают проблемы как с выбором критериев радоноопасности, так и с достоверностью получаемых результатов, так как используемые для этих целей величин должны обладать сравнительно невысокой изменчивостью и не зависеть от антропогенных факторов [1].

В РФ в качестве критерия радоноопасности используется плотность потока радона (ППР). Измерения ППР проводят методом накопительных камер, недостаток которого сомнительная достоверность результатов измерений. Поэтому в исследовании для измерения ППР использован метод двух глубин, который основан на измерении поровой активности радона на двух отличающихся в два раза глубинах и диффузионной модели переноса радона через почвы.

В ЧР при определении радоноопасности используют радоновый индекс RI, который определяют на основе измерений поровой активности (ОА) и проницаемости грунтов (k) на глубине 0.8 м. По результатам измерений рассчитывается радоновый потенциал RP [2]. Для определения радонового индекса RI территории по радоновому потенциалу RP используется классификационная таблица (табл. 1)

*Таблица 1*

*Классификационная таблица для оценки RI по значениям RP*

Радоновый потенциал (RP)	Радоновый индекс (RI)
RP < 10	Низкий
10 < RP < 35	Средний
RP > 35	Высокий

Если грунты очень плотные и измерение проницаемости затруднительно, тогда проводят визуальную оценку проницаемости (низкая, средняя, высокая) и радоновый индекс оценивается по следующей классификационной таблице (табл. 2).

Измерения ППР проводили в летний период 2014 г. на площадке г. Томска (РФ), предназначенной для строительства жилого дома. Количество точек отбора проб - 12 точек. В каждой точке пробурили по два отверстия глубиной 0.4 и 0.8 м, в которых проводили по 2 – 3 измерения поровой активности (всего 33 измерения).



В измерениях поровой активности радона использовали радиометр PPA-01M-03 и пробоотборники.

Таблица 2

Классификационная таблица для оценки RI при визуальной оценке проницаемости грунтов

Категория радонового индекса (RI)	Активность радона в почвенном воздухе (кБк·м <sup>-3</sup> )		
	Низкий	OA <30	OA <30
Средний	30 ≤ OA ≤ 100	30 ≤ OA ≤ 100	30 ≤ OA ≤ 100
Высокий	OA ≥ 100	OA ≥ 70	OA ≥ 30
Проницаемость	Низкая	Средняя	Высокая

Измерения поровой активности радона и воздухопроницаемости почвы проводили в летний период 2014г. в Чешской Республике на площадке, размеры которой 9 × 30 метров. Количество точек отбора проб - 30 точек. В измерениях поровой активности радона использовали систему RM-2, которая включала в себя: полые стержни, заостренные наконечники, шприц, детектор и считыватель ERM-3, 15 ионизационных камер ИК-250 и 15 камер Лукаса. Измерение проницаемости проводили с использованием прибора RADON JOK (табл. 3).

При измерении стальной полый стержень с закрепленным наконечником вбивался на глубину 0.8 метров, и при помощи цельного провода наконечник продвигали на 5 см. вглубь, создавая активную область. Для отбора проб почвенного воздуха использовали шприц (150 мл). Определение проницаемости, как и измерения OA, производили на глубине 0.8 м [3].

Таблица 3

Основные результаты измерений поровой активности, проницаемости в ЧР и основные результаты ППР, измеренной в Томской области

Страна	Измеряемая величина	Диапазон	Среднее	Дисперсия	Коэф.вар-и, %
РФ	OA 0.4, кБк·м <sup>-3</sup>	0.5...2.9	1.7	0.5	34.5
	OA 0.8, кБк·м <sup>-3</sup>	0.9...3.7	2.2	0.6	31.5
	ППР, мБк·м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	0.18...8.83	1.5	2.1	140
ЧР	OA Лукаса, кБк·м <sup>-3</sup>	77...370	153	68	45
	OA иониз, кБк·м <sup>-3</sup>	85...377	153	65	43
	k, м <sup>2</sup> ·с <sup>-1</sup>	0.0052...18	6.6	7.47	113

Коэффициент вариации для ППР составляет 140% - т.е. эта величина обладает высокой изменчивостью; коэффициент вариации поровой активности в среднем составляет 44%, что совпадает с результатами в работе [4]; коэффициент вариации для проницаемости (113%) близок к результату, полученному для ППР. Проведен расчет радонового потенциала RP территории – RP=21, что соответствует средней категории радоноопасности.

Плотность потока радона и проницаемость, характеризуется большой и примерно одинаковой изменчивостью - 140% и 113% соответственно. ППР и проницаемость почв не отвечают одному из главных условий, которое накладывается на измеряемую величину - величина должна обладать сравнительно невысокой изменчивостью. Вариабельность ОА, измеренной на глубине 0.8 м значительно меньше ~40% – данную величину можно использовать как один из параметров при оценке радоноопасности территории.

#### Литература

1. Микляев П.С., Петрова Т.Б., Климшин А.В. Картирование геогенного радонового потенциала (на примере территории Москвы) // АНРИ. – 2015. - №1. – С. 1-13.
2. Neznal, Martin – Neznal, Matěj (2002): Measurement of radon exhalation rate from the ground surface: can the parameter be used for determination of radon potential of soils?. In: Radon investigations in the Czech Republic IX and the sixth international workshop on the Geological Aspects of Radon Risk Mapping. Czech Geological Survey. Prague. s. 16-25. ISBN 80-7075-585-7.
3. Gruber V., Bossew P., DeCort M. The European map of the geogenic radon potential. 2013 J. Radiol. Prot. 33 51. doi: 10.1088/0952-4746/33/1/51.
4. Шилова К.О., Рыжакова Н.К., Ключникова Ю.О., Иванов М.И., Матюшкина Ю.А. Анализ методов и результатов измерения выхода изотопа Rn-222 на участке застройки г. Томска // Известия вузов. Физика. - 2015 - Т. 58 - №. 2/2. - С. 172-176.

#### ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Р.К. Коротченко

Научный руководитель ст. преподаватель Ю.А. Максимова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В данной работе будет затронута тема влияния нефтедобычи и нефтепереработки на здоровье человека. Обсуждая подобные вопросы, принято указывать на вредоносное влияние нефтяной отрасли на экологию и здоровье живых организмов. Безусловно, проблема существует и является актуальной на сегодняшний день. По данной проблеме проведено множество исследований, однако редко встречается идея о том, что нефтяная отрасль может быть в каком-то отношении полезной для здоровья человека. Между тем, нефтяное дело улучшает качество жизни и состояние здоровья различными прямыми и косвенными способами, о которых речь пойдет ниже.

Двусторонний подход к вопросу о нефти и здоровье позволяет более взвешено относиться к проблеме добычи и переработки углеводородов.

Значение нефти в жизни человечества не переоценить. Продолжительность жизни, ее качество, зависят от техники и технологии, которыми окружил себя человек. Однако для работы этой техники необходимо топливо, основным видом которого являются углеводороды. Это пример косвенного положительного влияния нефти на здоровье человека. Пример прямого влияния – создание лекарственных средств на основе нефти, наиболее известное из которых – Аспирин. Из нефти делают огромное множество разнообразной продукции (около 6000 изделий), которые идут на пользу человечества. Да, нефтяная отрасль загрязняет

окружающую среду, но на данном этапе развития человечества углеводороды необходимы, так как они напрямую влияют на научно-технический процесс, результатом которого станет переход на более чистые источники энергии. Пример такого перехода есть уже сейчас: Фотоэлементы солнечных батарей, преобразующие солнечную энергию в электрическую, наносятся на панели, изготовляемые из нефтяных смол.

Негативное влияние нефтяной отрасли наиболее сильно ощущают те, кто непосредственно занят добычей и переработкой нефти. Конечно, ухудшение экологии влияет на здоровье всех людей, однако трудно определить вредоносные факторы связанные именно с нефтяной промышленностью. Оценить влияние нефтяной отрасли на работников этой отрасли гораздо проще. Достаточно взглянуть на результаты мониторинга здоровья нефтяников. Основные критерии, по которым будет произведена оценка – временная утрата трудоспособности в случаях на 100 человек и общие показатели процента полностью здоровых людей.

Установлено, что наиболее высокие уровни вредных производственных факторов в добывающей отрасли характерны для работников занятых бурением скважин. Поэтому в первую очередь будет дана оценка здоровья бурильщиков. Общий уровень распространенности хронических заболеваний среди рабочих буровых бригад в течение 1988-2006 гг. составил 43,9 случаев нетрудоспособности на 100 работающих. Первые 4 места по уровню распространенности занимают болезни органов дыхания (21,3 случая на 100 работающих), костномышечной системы и соединительной ткани (7,9), травмы (4,3), болезни органов пищеварения (3,2). В соответствии со шкалой показателей ЗВУТ (Ноткин Е. Л. 1979) данный уровень является очень низким, хотя он выше среднего уровня ЗВУТ по стране, равного 29.2 по состоянию на 2010 г (статистика для мужчин). Комплекс вредных производственных факторов при добыче нефти представлен тяжестью труда, интенсивным производственным шумом, вибрацией и соответствующими сезону года неблагоприятными параметрами микроклимата, воздействием вредных веществ.

По результатам обследования 7487 нефтяников занятых добычей нефти (бурильщики, операторы ПРС, ППД, ДНГ, ООУ) выявлено, что лишь 27,4% являются практически здоровыми. Ведущее место в структуре выявленной патологии занимают заболевания опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы — 33,5%, болезни системы кровообращения — 29,2%, заболевания ЛОР-органов — 17,7%, а также желудочно-кишечного тракта — 11,3% (рис. 1).

Анализ влияния нефтехимической промышленности на здоровья сотрудников будет дан на основе данных ЗВУТ у рабочих предприятия ОАО «Каучук». На данном предприятии рабочие основных производственных цехов трудятся в условиях постоянного превышения ПДК какого-либо из параметров в 1.5-4.5 раз, а пиковых превышений в 10-17 раз. Количество случаев ЗВУТ колеблется в пределах 53 – 88 т.е., от низкого до среднего показателя по шкале Ноткина. В данной отрасли работает большое количество женщин, у которых по статистике случаи ВУТ чаще чем у мужчин. У работников предприятий наиболее часто встречаются болезни нервной и сердечно-сосудистой систем, на втором месте заболевания печени и желудочно-кишечного тракта, далее болезни органов дыхания, щитовидной железы и другие. Признаки воздействия вредных факторов химической промышленности выявлены у половины сотрудников. Наблюдается проявление хронической интоксикации.

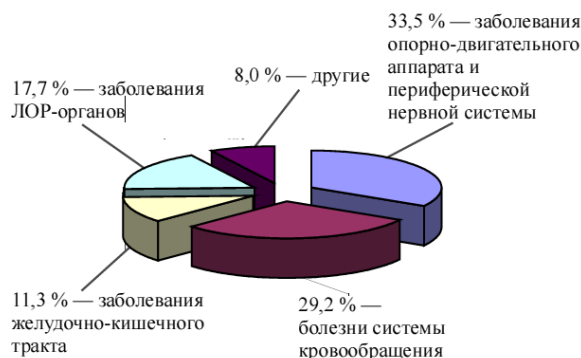


Рисунок 1 – Структура патологий

Таким образом, понятно, что нефтяное дело вредно для работников отрасли, однако в основном, для них этот вред компенсируется высокой заработной платой и различными социальными гарантиями. Для остальных людей вред от нефтяной отрасли сполна компенсируется теми благами, которые дает нефть.

#### Литература

1. Гимранова Г.Г. Комплексная оценка условий труда и состояния работы нефтяников / Г.Г. Гимранова // Медицина труда и промышленная экология – 2009. - № 8. – С. 1 – 5.
2. Каримова Л.К. Профессиональные риски нарушения здоровья работающих при переработке нефти / Л.К. Каримова // Медицина труда и промышленная экология – 2009. - № 11. – С. 9 – 12.
3. Тарасов В.Н. Возможные факторы риска у рабочих при бурении, добыче и переработке природного газа с высоким содержанием сероводорода / В.Н. Тарасов // Успехи современного естествознания – 2007. - № 10.
4. Щепин В.О. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности населения Российской Федерации / В.О. Щепин // Проблемы социальной гигиены и история медицины – 2012. - № 4. – С. 6 – 9.
5. Что делают из нефти? Основные нефтепродукты - [http://www.syl.ru/article/171776/new\\_что-делают-из-нефти-osnovnyie-nefteprodukty](http://www.syl.ru/article/171776/new_что-делают-из-нефти-osnovnyie-nefteprodukty)

#### ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ НОВОКУЗНЕЦКА ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

О.В. Куртукова

Научный руководитель профессор Д.В. Суржиков  
Новокузнецкий институт (филиал) «Кемеровский государственный университет»,  
г. Новокузнецк, Россия

Сложившая обстановка в городе по заболеваниям дыхательных путей (легочным заболеваниям) позволяет нам говорить о том, что предприятия строительной индустрии вносят свою лепту оказывая влияние на здоровье населения.

Основная масса предприятий строительной отрасли города работает с цементом и его составляющими, в воздушную среду выбрасывается цементная

пыль, которая рассеивается в радиусе местоположения объекта и разносится ветрами в различные районы города г. Новокузнецка. Особенности размещения города, физико-географические, указывают на то, что могут возникать погодные условия препятствующие рассеиванию выбросов загрязняющих веществ [1], что способствует осаждению пыли в нижние слои воздушных масс, откуда пыль беспрепятственно попадает в дыхательные пути человека. Из воздушной среды выделены такие основные загрязнители как: пыль цементного производства (диоксид кремния), оксид углерода, сернистый ангидрид, зола углей, сажа. Вредное влияние на здоровье человека оказывают такие факторы: время воздействия, размер частиц пыли, попадающий в организм, концентрация частиц в воздухе. Пыль при вдыхании способна задерживаться в отделах дыхательного тракта. При хроническом воздействии взвешенных частиц увеличивается число случаев заболевания бронхитом как детей, так и лиц старше 25 лет. Установлено, что повышение концентрации частиц диаметром 10 мкм на 10 мг/м<sup>3</sup> в атмосферном воздухе способствует увеличению смертности от болезней органов дыхания на 3,4 %. Пыль цемента обладает раздражающим действием на кожные покровы и оказывает фиброгенное влияние на легочную ткань. Раздражающий эффект, вызванный щелочной средой цементной пыли, нередко сопровождается обструкционными изменениями дыхательных путей [4].

Картина среднегодовой розы ветров г. Новокузнецка следующая на примере 2009г. С – 10 %; СВ – 6 %; В – 3 %; ЮВ – 21 %; Ю – 17 %; ЮЗ – 27 %; З – 6 %; СЗ – 10 %. Анализируя ситуацию мы выясняем какие предприятия нанесут городу своими выбросами наибольший вред, какие вещества будут переноситься и какие районы будут в зоне риска.

Как видно на рисунке 1, юго-западные, южные и юго-восточные ветра являются господствующими на территории города. Наименее редко встречаются восточные, западные и северо-восточные ветра [4].

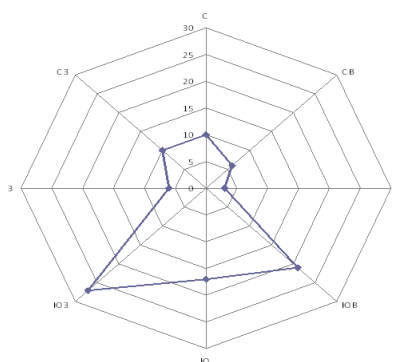


Рисунок 1 – «Роза ветров» г. Новокузнецка

Поэтому при юго-западных ветрах из Куйбышевского района в Центральный могут переноситься оксид углерода, диоксид серы и сажа. Из Кузнецкого района в Орджоникидзевский вследствие переноса могут поступать пыли цементного производства. Западные северо-восточные и восточные ветра встречаются на территории Новокузнецка редко. Но при западных ветрах из Кузнецкого и Заводского районов в Орджоникидзевский переносятся неорганические пыли. При северо-восточных из Заводского в Центральный, затем из Кузнецкого и Центрального района в Куйбышевский оксид углерода. При северном ветре перенос



из Заводского района с загрязнением пылью цемента Кузнецкий и Орджоникидзеvский район. При южном ветре пыль переносится из Кузнецкого района в Заводской, из Куйбышевского в центральные районы города.

Предприятия строительной индустрии города Новокузнецка расположены следующим образом: Абагурский завод ЖБК в Центральном районе, ЗАО «Завод строительных изделий» Заводской район, ООО «Авангард-Бетон» Куйбышевский район, ОАО «Изолит» Кузнецкий район, ООО «Бетонно-растворный завод №2» Центральный район.

#### Литература

1. Губернский Ю.Д., Исмаилова Д.И., Калинина Н.В. и др. // Состояние и перспективы развития гигиены окружающей среды. – М., 1985. – С. 57-62;
2. Климов П.В. Определение уровня загрязнения атмосферы и жесткости погоды [Текст]: методические рекомендации для выполнения практических работ / П.В. Климов. – НФИ ГОУ ВПО КемГУ. – Новокузнецк, 2010. – 24 с.;
3. Официальный сайт г. Новокузнецка [Электронный ресурс], - Режим доступа: <http://www.admnkz.ru/people/index.do>;
4. Ежегодные отчёты по состоянию атмосферного воздуха [Текст]: данные Новокузнецкой Гидрометобсерватории / Новокузнецкая ГМО, рук. Шевченко А.С. – Новокузнецк, 2005-2009. – Библиогр.: с. 45-49.

### РОЛЬ ЦИАНОБАКТЕРИЙ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

А.Д. Смолякова

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Маты - биоценозы, состоящие из прокариот и располагающиеся на дне водоемов или в их прибрежной зоне. Данное понятие весьма обширно и является выводом из довольно общих понятий и представлений о цианобактериальных матах.

В наше время они малоизученны, однако, с каждым годом притягивают к себе все большее внимание микробиологов, палеонтологов и геологов. Это связано с активным развитием нанотехнологий и, следовательно, большими возможностями для изучения структуры, свойств и функций микробных сообществ.

В настоящее время существуют различные взгляды на изучение роли и познание сущности матов, это в большей степени является следствием многочисленных вопросов в процессе расшифровки их микробиологической деятельности [4].

Существует несколько направлений в изучении цианобактериальных сообществ:

1. Рассмотрение кооперативных отношений в рамках большой системы. Основной идеей является то, что эта система находится вне области традиционных для биологов популяционных пределов, составляющих основу дарвинизма, в ней наряду с прямыми связями от геосферы к биоте большую роль играют трансформирующие обратные связи в большой системе. Приверженцем этого взгляда является Заварзин Г.А., Виноградский С.Н., Сорохтин О.Г. и др. [2].
2. Рассмотрение и сравнение современных и ископаемых цианобактерий.

Главным результатом этих исследований является прослеживание событий в эволюции органического мира. Это направление тесно связано с предыдущим, но имеет ряд свойственных черт, оно направлено на историко-хронологическую последовательность появления разных групп организмов, прослеживание их связи с оксигенизацией атмосферы и суммирование известных палеонтологических данных. Этим направлением занимаются такие известные ученые как Розанов А.Ю., Герасименко Л.М. и др. [5].

3. Изучение особенностей минералообразования в цианобактериальном мате. Это направление сейчас набирает все большие обороты, заключается в исследовании современных термальных источников, их микробных сообществ и распределении в последних минеральных элементов. Анализируются особенности, по которым можно идентифицировать или предположить микробиологическую деятельность в геологических отложениях [6]. Странником этого направления являются такие исследователи, как Лазарева Е.В., Намсараев Б.Б., Бархутова Д.Д., Жмодик С.М., Брянская А.В., Будагаева В.Г и др.

Все эти направления играют важную роль в исследовании цианобактериальных матов, у каждого есть свои вопросы, задачи, слабые и сильные стороны, о которых мы поговорим далее.

#### *Представления об эволюции биосферно-геосферных систем*

Данная теория идет по пути анализа эволюционного развития и приводит доводы в противовес дарвинистскому подходу. Согласно данной теории только сообщество, состоящее из функционально разнообразных организмов, могло осуществлять циклические процессы, необходимые для того, чтобы не исчерпать существующие ресурсы и не разбалансировать систему и быть стабильным в биогеохимическом смысле.

В результате открытий последних десятилетий, которые можно отнести к бактериальной палеонтологии в широком смысле слова, представления об эволюции геосферно-биосферной системы дали основу новому мировоззрению, в котором большое значение придается кооперативным взаимоотношениям в рамках большой системы [1].

#### *Исследование реликтовых цианобактериальных сообществ*

Последние 15-20 лет можно считать временем, весьма значимым для начала осознания многих эволюционных, седиментологических и биосферных вопросов в связи с развитием геомикробиологии, т.е. науки о взаимодействии микроорганизмов с различными материалами, включая горные породы, интенсивным изучением цианобактериальных матов и более простых биопленок и, наконец, становлением бактериальной палеонтологии. Именно в процессе бактериально-палеонтологических исследований стало ясно, что микроорганизмы, и особенно бактерии, очень часто прекрасно фоссилизируются и великолепно сохраняются в ископаемом состоянии.

С большой долей уверенности можно считать, что наша биосфера, как полагают многие, сначала была прокариотной. Затем очень продолжительное время она находилась в «промежуточном» состоянии, когда постепенно появлялись прокариоты. И, наконец, в фанерозое биосфера приобретает современный вид, когда решающую роль уже играют эвкариоты.

Данные суждения всегда должны иметь под собой основу, в этом и заключается основная идея данного взгляда: оценка, прослеживание и проведение аналогий при изучении ранних форм цианобактериальных матов на планете [7].

#### *Исследование распределения элементов в цианобактериальном сообществе*

Продукты жизнедеятельности микробных сообществ, запечатленные в горных породах, активно исследуются всеми геологическими науками, однако первоисточники (собственно цианобактериальные сообщества) практически не рассматриваются. Вплоть до последних десятилетий их роль сильно преуменьшалась, их исследования не проводились, данные не анализировались. Микробные сообщества, в свою очередь, поставили перед учеными-геологами множество новых вопросов и задач, дали ответы на некоторые вопросы, а так же создали основу для многочисленных рассуждений и споров. В современном мире цианобактериальные маты вытеснены в экстремальные условия обитания, таковыми являются места разгрузки термальных источников.

В наше время проводятся активная проработка данных, собранных исследователями в различных точках земного шара, в зонах излива термальных вод на поверхность. С помощью нанотехнологий проводится исследование минеральных ассоциаций, образованных либо в самом цианобактериальном мате, либо с непосредственным его участием [1].

#### Литература

1. Геохимическая деятельность микроорганизмов гидротерм Байкальской рифтовой зоны / Б.Б. Намсараев и др. – Новосибирск: Гео, 2011. – 302 с.
2. Заварзин Г.А., Карпов Г.А., Горленко В.М. и др. Кальдерные микроорганизмы. М.: Наука, 1989. 120 с.
3. Заварзин Г.А. Становление системы биогеохимических циклов // Вести. РАН. 2001. Т. 71. № 11. С. 988-1001.
4. Кальдерные микроорганизмы / Отв ред. Г.А. Заварзин. М.: «Наука», 1989. 120 с.
5. Лазарева Е.В., Брянская А.В., Жмодик С.М. и др. Исследование распределения элементов между циано-бактериальным сообществом и карбонатной постройкой термального источника методом РФА-СИ // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2012. № 5. С. 77–85. 3.
6. Лазарева Е.В., Брянская А.В., Жмодик С.М., и др. Минералообразование в цианобактериальных матах щелочных гидротерм Баргузинской впадины Байкальской рифтовой зоны // ДАН, 2010. Т. 430. № 5. С. 675–680.
7. Намсараев З.Б., Горленко В.М., Намсараев Б.Б., Бархутова Д.Д. Микробные сообщества щелочных гидротерм. Новосибирск: СО РАН, 2006. 110с.
8. Розанов А.Ю., Заварзин Г.А. Бактериальная палеонтология // Вестник РАН. 1997. Т. 67. № 3. С. 241-245.

#### СОЦИАЛЬНЫЙ АСПЕКТ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Ю.А. Трушкова

Научный руководитель доцент М.А. Киприянова

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г.Пермь, Россия*

В последнее время в отдельных странах и в мире в целом наблюдается тенденция усиления взаимосвязи общества и индивида, в том числе и в плане здоровья. Это объясняется обоюдным желанием общества и отдельной личности в поддержании качественных оснований их здоровья. Указанная тенденция дает о себе знать и в России. Однако ее проявление здесь носит противоречивый характер.

С одной стороны, наблюдается тяга разных групп населения к занятию физической культурой и спортом, к здоровому питанию и отдыху в экологически чистых зонах, с другой - повсеместно фиксируется снижение их потребностей к профилактической заботе о своем здоровье, растет число представителей разных групп населения, ведущих нездоровый образ жизни. Следствием этого является заметный рост количества больных россиян, в том числе тех, жизнь которых заканчивается летальным исходом. Возникает вопрос «В чем причина равнодушного отношения россиян к своему здоровью?» Ответ во многом лежит на поверхности, и связан прежде всего с общественными условиями их жизни: с трансформацией России от социалистического пути развития с опорой на социальное государство к капиталистическому развитию с серьезным расслоением населения по имущественному показателю и доходам, с дистанцированием от своего здоровья как фундаментальной ценности значительной части населения, вынужденного зарабатывать на жизнь за счет увеличения продолжительности рабочих часов и сокращения времени на отдых. Но есть и более скрытые причины подобного отношения россиян к своему здоровью. К ним могут быть отнесены заметно ослабившие свою работу с населением институты здравоохранения, отставание в оснащенности медицинских центров необходимой техникой. А также повсеместная реклама лекарственных средств в целях их коммерциализации (и засорения ими индивидуальных организмов).

Здоровье, как первичная ценность, должно осознаваться, как самим индивидом, так и государством, системой здравоохранения. Здоровье населения - очень многогранная и актуальная тема, которая нуждается в постоянном изучении, поскольку темп жизни увеличивается, а природа человека остается прежней.

Проблема здоровья сегодня находится в центре внимания различных наук – как естественного, так и социально- гуманитарного направления. В связи с этим существует множество подходов к изучению этой проблемы, соответствующих предметам этих наук. Наше исследование опирается на методы познания социологической науки. В рамках этого метода «здоровье» рассматривается, во-первых, как социальная категория и, во-вторых, как приоритетный показатель качества жизни разных групп населения. В связи с этим здесь уделяется внимание оценке экологического состояния среды обитания этих групп, ее отрицательного воздействия на здоровье личностей и их социального окружения. При этом под средой обитания понимается не только естественная природная среда, но также среда искусственная и социальная. В условиях глобального экологического кризиса все они несут на себе печать отрицательного воздействия на индивидуальный организм личности человека. Это объясняется повсеместным загрязнением этой среды в процессе необдуманного или эгоистичного поведения в ней человека, в стремлении его извлечь из нее как можно больше прибыли. Результатом такого поведения личности человека в ней явилось разрушение человеческого генофонда: ослабление защитных сил человеческого организма, рост сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, ослабление репродуктивных функций, рост числа нездоровых детей. Все это указывает на то, что такая среда утратила свою способность самовоспроизводства. Тем самым на практике сложилась парадоксальная ситуация – она стала нуждаться в постоянной «подпитке» ее со стороны «отравившего» ее человека. в поддержке умом и энергией этого человека.

Подобное положение дел впервые было зафиксировано в 1992 году не имевшем аналога социально-экологическом опросе жителей Планеты с характерным названием «Здоровье Планеты». Результаты этого опроса

демонстрируют удивительно высокий уровень информированности представителей самых разных групп населения 88 стран Земли о разрушительном характере среды на здоровье всего населения мира. При этом особую тревогу вызывает у 87% жителей большинства стран здоровье их детей и внуков. Полученные социально-экологические данные легли в основание документов, принятых в том же году на первом экологическом саммите землян в Рио-де-Жанейро. Речь идет о «Концепции устойчивого развития мира» и «Повестке дня на XXI век», сыгравших и продолжающих играть сейчас судьбоносную роль для дальнейшего существования и развития мира. Эти документы впервые были подписаны главами государств 179 стран, в дальнейшем еще восьми стран. Значение эмпирических социологических данных и принятых документов состоит в том, что в них впервые в масштабах Планеты была зафиксирована встревоженность населения мира по поводу экономического и техногенного разрушения биотических оснований жизни людей, а, следовательно, их здоровья. При этом особая ответственность за эти разрушения возлагалась на собственников экологически грязных технологий и производителей опасных для природы и здоровья людей технологических систем

В отмеченных документах, а также во всех последующих важных документах этого характера (экологического саммита землян в Йоханесбурге, в РИО-2012, а также на Международных совещаниях по климату) особо отмечалась также роль социальной среды различных стран, первостепенная ответственность бизнеса и политической элиты за сохранение среды и проведение взвешенной экономической и социальной политики, направленной на охрану здоровья населения, сбережения его.

Сложившаяся ситуация на сегодня в различных странах и в целом на Планете непростая, и, скажем прямо, критическая. Она потребовала разработки механизмов для ее разрешения. В этих целях и объединились исследователи естественных и социально-общественных наук, социально-экологические фонды и движения в защиту окружающей среды и здоровья населения.

В последних все большее участие принимает подрастающее поколение и молодежь, особенно студенты университетов и колледжей. Всемирная организация здравоохранения утверждает, что здоровье человека на 20% зависит от генетики, на 20-от окружающей среды, на 10 – от работы органов здравоохранения, а на 50- от образа жизни самого человека. В связи с этим ВОЗ провозгласила в качестве приоритетной проведение политики индивидуального здоровья населения Земли. Заметим, что она касается не столько правительств, сколько каждого из нас. То есть наше здоровое будущее, прежде всего, в наших руках.



## Секция 5 БИОИНДИКАЦИЯ ТЕХНОГЕНЕЗА

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТИПА БУРОВОГО РАСТВОРА НА ЭЛАСТОМЕР ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ИМИТАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАРЫ «РОТОР-СТАТОР»

**В.В. Барцайкин, А.В. Епихин**

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одним из условий использования современного породоразрушающего инструмента является применение мощных и надежных забойных двигателей, которые могут обеспечить частоту вращения вала в диапазоне 100-400 об/мин. Этому условию отвечает многозаходный винтовой забойный двигатель (ВЗД), который в настоящее время занял одну из лидирующих позиций в строительстве нефтяных и газовых скважин, а также при их капитальном ремонте. В различных регионах России ВЗД обеспечивают от 50 до 75% объемов бурения [1, 3].

Но, не смотря на все преимущества, у конструкции ВЗД есть проблемные области, которые ограничивают широту его применения. Одним из них является – малая реальная наработка двигателя, которая составляет до 250 часов относительно расчетной в 400-500 часов. Это происходит вследствие разрушения резиновой обкладки статора, которое провоцирует снижение энергетических характеристик двигателя и нередко его полный выход из строя. Таким образом, увеличивается объем спускоподъемных операций, а, следовательно, себестоимость метра строительства скважины.

Повышение эффективности и долговечности ВЗД с момента их создания и массового внедрения в буровой отрасли рассматривается в работах по следующим направлениям: оптимизация геометрии рабочих органов; применение новых материалов и покрытий для статора и ротора; изменение конструкции статора; разработка прогрессивных технологий изготовления [1-2]. Но наш взгляд работа над изменением характеристик и параметров рабочих органов двигателя является не единственным актуальным направлением исследований. Это обусловлено тем, что причиной ускоренного износа эластомера может быть не только результат механического взаимодействия пары «статор-ротор», но и среда бурового раствора, который приводит ВЗД в движение. Известно, что особенно интенсивный износ эластомеров ВЗД происходит в среде растворов на углеводородной основе [2-3]. Учитывая высокий уровень требований к экологичности буровых растворов в настоящий момент, вопрос разработки альтернативных углеводородным рецептур промывочных жидкостей становится особенно актуальным.

Целью настоящей работы поставлена разработка методики проведения стендовых испытаний механического воздействия на эластомер (имитация работы рабочей пары ВЗД) в присутствии различных сред буровых растворов.

В качестве объекта исследования рассматривается: взаимодействие ротора с эластомером (резиновой обкладкой) статора ВЗД в присутствии различных типов буровых растворов. Предметом исследования выбрана резина ИРП-1226, из которой изготавливаются обкладки статора ВЗД.

Экспериментальный стенд разработан на базе вертикального сверлильного станка. Для этого изготовлен дополнительный модуль нагружения образцов резины, который представляет собой металлический стакан со съемной нижней крышкой,

позволяющей размещать и жестко закреплять образцы резины в стакане (рис. 1). Вторым элементом модуля нагружения выступает металлический стержень (рис. 2) с круглой плоской площадкой на одном из концов, которая выполнена размером, соответствующим внутреннему диаметру стакана с учетом зазора 1 мм, и в процессе эксперимента оказывает механическое воздействие на образец эластомера. Конструкция стакана и металлического стержня позволяет при их установке на вертикальный сверлильный станок обеспечить циклическое вращательное механическое воздействие на образец резины, которое частично имитирует взаимодействие пары «ротор-статор» ВЗД.



Рисунок 1 – Металлический стакан-зажим образцов резины эластомера



Рисунок 2 – Элемент передачи механической нагрузки на образец

Образцы для экспериментов изготавливались из резины ИРП-1226 с геометрическими размерами, позволяющими производить их установку в стакан-зажим.

Во время эксперимента изменялась нагрузка на образец эластомера в диапазоне от 2 до 14 кг с шагом в 2 кг, которая обеспечивалась за счет навески грузов в систему подачи осевой нагрузки сверлильного станка. Вторым изменяемым параметром было время эксперимента: 1, 5, 10 и 15 минут. Но при нагрузках свыше 6 кг и длительности эксперимента более 5 минут стали наблюдаться прихваты инструмента образцов («прилипание»). В связи с этим для грузов более 6 кг было скорректировано время проведения эксперимента: 1, 2, 3 и 5 минут. При дальнейшем увеличении массы грузов также наблюдались прихваты, но они не носили регулярный характер. Поэтому проводились дополнительные повторные эксперименты, а моменты прихватов фиксировались в журнале исследований. Частота вращения шпинделя станка оставалась неизменной на протяжении всей серии экспериментов. Стендовые исследования проводились в присутствии технической воды в качестве промывочной жидкости.

В экспериментах производилась регистрация следующих параметров: масса образца до и после эксперимента, деформация образца сразу после эксперимента и через 24 часа, визуальные особенности экспериментов. Как показали исследования – изменение массы образца в ходе экспериментов незначительны (при использовании технической воды), следовательно, данные по этому показателю в дальнейшем не рассматривались.

В ходе обработки результатов исследований были отмечены следующие моменты. При массе груза равной 2 кг визуальных изменений образца не происходило. При массе 4 кг нагрелся стакан-зажим (что наблюдалось и далее при

повышении массы груза и увеличении длительности эксперимента) и через сутки присутствовала остаточная деформация образца, равная 1,25 мм. Как было сказано выше, при нагрузках выше 6 кг стали происходить регулярные прихваты инструмента, что стало причиной незначительной корректировки времени эксперимента. Не смотря, на уменьшение времени взаимодействия образца и инструмента деформация стала более выраженной. Так, при массе груза 6 кг в одном из экспериментов был получен деформированный по периферии образец с выдавленным наружу центром (рисунок 3), причем остаточная деформация через сутки составила 1,5 мм. Остаточная деформация, в дальнейшем, при увеличении нагрузки на образец возрастала и для экспериментов с грузом в 14 кг составила уже 2,57 мм.



Рисунок 3 – Образец ИРП-1226 после эксперимента с массой груза 6 кг

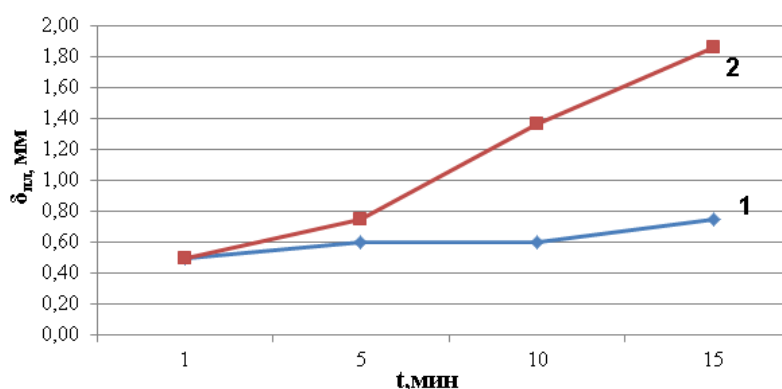


Рисунок 4 – Зависимость деформации образца после проведения эксперимента от времени нагружения образца, при нагрузке: 1 – 2 кг, 2 – 4 кг.

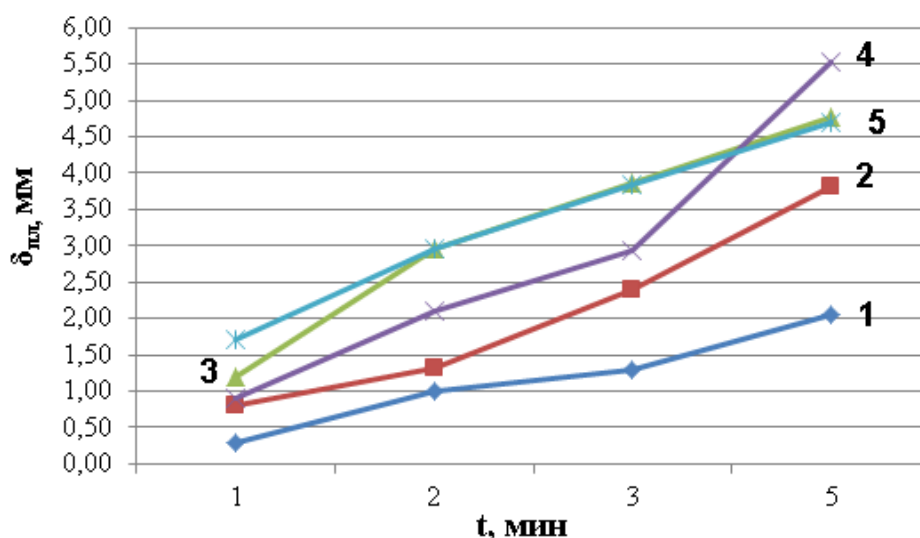


Рисунок 5 – Зависимость величины деформации образца после проведения эксперимента от времени нагружения образца, при нагрузке: 1 – 6 кг, 2 – 8 кг, 3 – 10 кг, 4 – 12 кг, 5 – 14 кг.

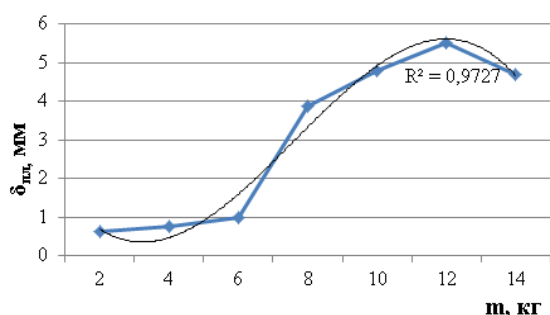


Рисунок 6 – Зависимость величины деформации после проведения эксперимента от прикладываемой нагрузки (при длительности взаимодействия – 5 минут)

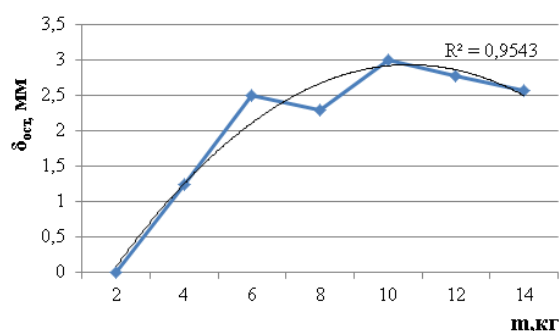


Рисунок 7 – Зависимость величины остаточной деформации от нагрузки, приложенной в эксперименте

Анализ рисунков 4-5, на которых представлена зависимость деформации образца от времени приложения нагрузки косвенно подтверждает, что при увеличении длительности работы ВЗД возрастает и скорость износа эластомера. При этом на рисунках 6-7 представлено изменение величины деформации образца в эксперименте и остаточной деформации после 24 часов, демонстрирующее, что увеличение нагрузки на эластомер не имеет прямой зависимости с его деформацией. Хотя, следует учесть, что это может быть обусловлено малой толщиной образца (10-12 мм), которая технически не позволяет достигать больших деформации.

По результатам тестовых исследований были сделаны следующие выводы. Разработан экспериментальный стенд и методика проведения исследований влияния на эластомеры ВЗД механического воздействия имитированной пары «статор-ротор» в присутствии различных сред бурового раствора. Стендовые испытания с использованием технической воды доказали наличие зависимостей между величиной нагрузки, длительности ее приложения и деформации образца ИРП-1226. В дальнейших экспериментах планируется оценить влияние различных сред бурового раствора на величину деформации образцов.

#### Литература

1. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Двойников М.В. Конструкторские решения в области совершенствования рабочих органов винтовых забойных двигателей // Бурение и нефть. – 2013. – №2. – С. 44–47.
2. Симонянц С.Л. Технология бурения скважин гидравлическими забойными двигателями. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. 160 с.
3. Балденко Д.Ф., Коротаев Ю.А. Современное состояние и перспективы развития отечественных винтовых забойных двигателей // Бурение и нефть. 2012. – №3. – С. 3–7.
4. Фуфачев О.И., Голдобин Д.А. Новые конструкции статоров винтовых забойных двигателей производства ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент» // Бурение и нефть. – 2010. – №6. – С.50–55.

**ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ВЫСОКИХ ЗАБОЙНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИНЫ И БУРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ****В.В. Мельников***Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Бурение и заканчивание скважин в условиях высоких забойных температур представляет собой одновременно технологически сложную и опасную задачу. Это выражается в высокой вероятности возникновения аварийных ситуаций (заколонные перетоки при деструкции цементного камня, обрывы бурильного инструмента при деформационных явлениях по его телу и в резьбовых соединениях), которые могут повлечь серьезные последствия, в том числе, экологические. Не менее актуальным остается вопрос преждевременного выхода из строя бурового оборудования (в основном, опорные элементы турбобуров и эластомеры винтовых забойных двигателей, модули телеметрических систем, уплотнительные элементы) и, как результат, увеличение себестоимости строительства 1 метра скважины.

Не смотря на серьезность возникающих проблем, интерес к подобным скважинам остается высоким, а их число – увеличивается. Мировая практика бурения имеет опыт успешного строительства скважин при температурах свыше 149 °С в Катаре, Рас аль Хайме, Судане и в ряде других мест. В Китае в 1998 году проводилась разработка пластов с забойной температурой 260 °С. В Анголе, США, Йемене, на месторождения Северного моря встречаются еще более сложные условия, при которых одновременно соседствуют высокие давления (требующие обеспечения плотности бурового раствора до 1,9 г/см<sup>3</sup>) и высокие температуры (свыше 177 °С) [1].

Повышение температуры промывочной жидкости (как следствие роста забойной температуры) может существенно повлиять и на работу отдельных узлов бурового оборудования. При этом следует учитывать температуру не только на забое, но на устье, поскольку в некоторых случаях она может существенно усложнить работу буровой бригады. Например, при бурении разведочной скважины близ Лоредо (Техас) на глубине 4435,4 м была зарегистрирована температура 238 °С. При этом средняя температура глинистого раствора, выходящего из скважины при глубине забоя от 4267 и до 4604 м, составляла примерно 74 °С, а максимальная температура на устье достигала 81,6 °С. Такие условия работы требуют разработки перечня мер для снижения вероятности получения ожогов и травм членов буровой бригады [2]. При таких температурах повышенному износу подвергаются элементы наземной циркуляционной системы, среди которых особенно: грязевые шланги и уплотнительные элементы бурового оборудования. Несомненно, высокая температура циркулирующей промывочной жидкости будет отрицательно влиять и на работу буровых насосов, в частности, таких деталей, как поршни и клапаны, вызывая изменение коэффициента наполнения.

Говоря о влиянии повышенной температуры на работу забойного двигателя, следует иметь в виду не только изменение реологических свойств промывочной жидкости, как рабочего агента, приводящего во вращение ротор двигателя. Повышение температуры в скважине может значительно ухудшить и условия работы таких деталей турбобура, как подпятники и пластиковые роторы, а также эластомеры (обкладки статора) винтовых забойных двигателей. Как показали промысловые наблюдения, интенсивность износа и разрушения резины тем больше,



чем выше температура на забое скважины и чем агрессивнее и абразивнее среда (буровой раствор), что характеризуется содержанием твердой фазы в ее составе и ее составом [2].

Работоспособность многоступенчатых турбобуров во многом зависит от стойкости их опорных элементов, которые выполняются гуммированными, то есть облицованными резиной. Как и во всяком подшипнике, в гуммированных опорных элементах с ростом потерь на трение будет увеличиваться теплообразование. В то же время, чем выше температура, агрессивнее и абразивнее среда (буровой раствор), тем выше интенсивность износа и разрушения резины. Поскольку резина является слаботеплопроводным материалом, то если конструкция двигателя не предусматривает специальные каналы для охлаждения, то подшипник выходит из строя значительно раньше [1].

Забойная температура существенно влияла на конструкцию, габариты и мощность электробуров (в период их активного использования), поскольку охлаждение электробура циркулирующей промывочной жидкостью в процессе его эксплуатации является необходимой и важной операцией. При этом степень допускаемой загрузки двигателя электробура зависит от допустимого нагрева обмотки двигателя. Допустимая нагрузка совпадает с номинальной мощностью двигателя только в том случае, если на запроектированной глубине температура окружающей среды будет равна расчетной, принятой за основу при проектировании двигателя. Поэтому во времена применения электробуров были не редки случаи их преждевременного выхода из строя, либо, наоборот, работы с заниженным коэффициентом полезного действия из-за неверно рассчитанного теплового запаса, поскольку точной информации о температуре на забое не было, и использовались только данные геотермического градиента [3].

Не смотря на сложность бурения в условиях высоких забойных температур, строительство подобных скважин является источником инженерного опыта, который позволяет находить оптимальные решения возникающих проблем и разрабатывать новые технологические подходы. Выделяют основные направления исследований и развития технологий для успешного строительства высокотемпературных скважин:

- перерасчет эластомерных элементов бурового оборудования (винтовых забойных двигателей, противовыбросового оборудования, буровых насосов, гибких шлангов и т.п.) на длительную устойчивость к температурам [1] и разработка норм эксплуатаций бурового оборудования в высокотемпературных условиях;
- поиск и разработка новых материалов для применения в буровом оборудовании, которое эксплуатируется в условиях высоких температур;
- разработка норм и условий, оборудования и средств защиты для обеспечения безопасных условий труда буровой бригады, в том числе организация работы с повышенным вниманием к выполнению регламентов работы;
- моделирование профиля температур по стволу скважины на всех стадиях бурения [2] с целью эффективного проектирования и выбора бурового оборудования;
- разработка технологических средств для искусственного снижения температуры бурового оборудования и раствора (охлаждение).

Но не менее актуальным направлением исследований может стать изучение особенностей взаимодействия элементов системы «бурение скважины», например, оценка влияния буровых растворов на буровое оборудование в условиях повышенных температур. Правильный анализ, а затем проектирование буровых

растворов и оборудования с учетом взаимных особенностей позволиткратно снизить возможные негативные последствия, которые могут иметь место в процессе бурения высокотемпературных скважин. Такой подход становится актуальным для винтовых забойных двигателей, которые имея широту применения, обладают проблемой быстрого выхода из строя эластомеров статора вследствие агрессивного воздействия бурового раствора.

В связи с этим объектом исследования выбран процесс взаимодействия эластомера и среды бурового раствора при изменении температуры. Предметом исследования является резина ИРП-1226, из которой изготавливаются эластомеры статора винтового забойного двигателя, и рецептуры буровых растворов. В рамках исследований планируется проанализировать влияние температуры на геометрические размеры и прочностные характеристики резины ИРП-1226 при нахождении ее в статическом состоянии в различных средах бурового раствора в температурном интервале от 0 до 100 градусов.

Нижняя граница температур обусловлена условиями применения винтовых забойных в Западной Сибири в зимнее время и иллюстрирует промерзание эластомеров статора двигателя. Вторым этапом станет исследование влияния температуры на технические характеристики резины ИРП-1226 в нескольких вариациях: при непосредственном механическом воздействии под воздействием высоких температур, при отложенном механическом воздействии (после проведения экспериментов по статической выдержке образцов в среде бурового раствора). Это позволит дать оценку влиянию различных промывочных жидкостей на характеристики резины эластомеров. По результатам исследований планируется разработать альтернативные варианты буровых растворов для снижения негативного влияния на эластомеры винтовых забойных двигателей, а также предложить модернизированные схемы двигателей с увеличенным сроком службы.

Проанализировав теоретический и практический опыт исследования влияния высоких температур на процесс строительства скважин, следует сделать ряд выводов. Высокие температуры вызывают ухудшение работы деталей забойного двигателя и изменение под воздействием тепла реологических свойств бурового раствора как рабочего агента, приводящего во вращение вал двигателя. Условия бурения требуют создания резинотехнических элементов бурового оборудования, рассчитанных на более высокую и длительную устойчивость к температурам. Требуется усиленный постоянный контроль температуры на забое и за процессом строительства скважины в целом. Возникают повышенные требования к условиям труда и промышленной безопасности, в том числе необходимость в дополнительной спецодежде и оборудовании.

На основе проведенного анализа были оценены основные направления решения проблем при строительстве скважин с высокими забойными температурами, выбраны предмет и объект исследования, разработана методика проведения исследовательских работ.

#### Литература

1. Адамсон К., Бирч Дж., Гао Э., Квадри А., Макдоналд К., Мак Д., Ханд С. Строительство скважин при высоких забойных давлениях температурах [Электронный ресурс]// Нефтегазовое обозрение. – 1999. – С. 42-57. Режим доступа: <http://www.slb.ru/userfiles/file/Oilfield%20Review/1999/autumn/3%20pressure.pdf>
2. Есьман Б.И., Дедусенко Г.Я., Яишникова Е.А. Влияние температура на процесс бурения глубоких скважин. – Ленинград. – 1962. – 152 с.

3. Гидравлические потери в забойных двигателях влияние температуры на их работу [Электронный ресурс] / Технологии бурения скважин: информационный сайт. Режим доступа: <http://teplozond.ru/termogidravlika-pri-bureнии-skvazhin/gidravlicheskie-poteri-v-zabojnyx-dvigatelyax-i-vliyanie-temperatury-na-ix-rabotu.html>

### **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ БУРОВОЙ БРИГАДЫ**

**Р.Э. Щербаков**

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Во многих отраслях промышленности ликвидирован тяжелый физический труд, снижена вероятность контактов сотрудников с токсическими веществами, даже если их концентрация в рабочей зоне ниже предельно допустимого уровня, оптимизированы режимы труда и отдыха. Это привело к улучшению условий труда на промышленных предприятиях и снижению профессиональной заболеваемости.

Однако даже при использовании современных технологий и мероприятий по охране труда остается ряд факторов, которые могут создавать неблагоприятные условия для работающих. Основные причины этого можно охарактеризовать следующим образом [1-2]:

- создание и внедрение машин высокой мощности, использование пневматического и электрического инструмента с целью механизации тяжелых и трудоемких работ, широкое внедрение самоходных машин способствуют увеличению уровней шума и вибрации, появлению ультра- и инфразвука;
- освоение северных и северо-восточных регионов страны создает условия для выполнения различных видов работ при низких температурах;
- интенсивное внедрение множества новых химических веществ, в том числе токсичных, является причиной ухудшения микроклимата рабочего места;
- увеличение скорости функционирования станков, машин, сложность управления технологическими операциями и процессами приводят к возрастанию психоэмоциональной напряженности трудовой деятельности человека.

Профессия буровика входит в список потенциально опасных с точки зрения вероятности возникновения профессиональных заболеваний. Этому способствует ряд вредных и опасных факторов, начиная от географических условий работы, заканчивая спецификой буровой отрасли. Поэтому системный анализ опасных и вредных факторов, а также разработка методов оптимизации рабочего процесса являются актуальными проблемами для улучшения условий труда работников буровых бригад.

Большинство месторождений нефти и газа Западной Сибири находятся в районах с суровыми климатическими условиями, часто резко-континентального характера. На работников, при выполнении операций на открытой местности, воздействует комплекс неблагоприятных метеорологических факторов (высокие и низкие температуры, солнечная радиация, осадки, пыльные бури и др.).

С другой стороны, шум, уровень которого высок в процессе бурения, общая и локальная вибрация при длительном воздействии на человеческий организм могут оказывать серьезные деструктивные воздействия на него. Также опасность могут

представлять химические реагенты, используемые для приготовления и контроля свойств буровых, тампонажных растворов, прочих технологических жидкостей, мелкодисперсная пыль, ионизирующее излучение [1-3].

В целом, при строительстве буровых установок, бурении, освоении и ремонте нефтяных скважин труд характеризуется как тяжелый и очень тяжелый. Особенности производства и специфика ведения работ при строительстве скважин, отличающаяся высокой взрыво и пожароопасностью практически на всех технологических этапах, что предопределяет присутствие значительного нервно-эмоционального напряжения [1-4].

Существующие технологии и оборудование для бурения и крепления скважин обуславливает проведение работ на открытом воздухе, поэтому влияние климатического фактора существенного. Прежде всего, это температурный режим, влажность, а также скорость ветра. Влажность влияет на общее состояние человека, затрудняя или облегчая теплообмен между организмом и окружающей средой (при большой влажности воздуха теплоотдача путем испарения влаги с поверхности тела уменьшается, что может привести к перегреванию организма, тепловому удару). Влияние скорости ветра на организм человека может иметь положительную и отрицательную сторону: небольшая скорость движения воздуха способствует испарению влаги с поверхности тела, улучшая теплообмен между организмом и окружающей средой, но движение воздуха с большими скоростями создает сквозняки, приводящие к увеличению числа простудных заболеваний среди работников. Таким образом, микроклиматические условия, как по отдельности, так и в комплексе влияют на организм человека, определяя его самочувствие [1, 5-6].

Бурение скважин неразрывно связано с использованием различного рода машины и механизмов, работа которых, в большинстве случаев обуславливает увеличение уровня шума и вибраций. Основными источниками шума на буровой являются: роторный стол, показатель уровня звука которого порядка 115 дБ, буровая лебедка порядка 96 дБ, вибросито 98 дБ. При бурении ротором шум составляет около 115 дБ, при спускоподъемных операциях до 105 дБ. В связи с этим уровень шума превышает нормы ГОСТ 12.1.003-83 на 13-31 дБ [1, 5-6].

Шум и вибрация оказывают вредное воздействие на организм человека, которое выражается в развитии нарушений нормальной деятельности нервной, сердечнососудистой и пищеварительной системы, снижении работоспособности, повышении общей заболеваемости. Кроме того, возрастает степень риска получения травм, несчастных случаев, связанных с нарушением восприятия предупреждающих сигналов и слухового контроля работы оборудования. Постоянное вредное воздействие вибрации вызывает вибрационную болезнь (неврит) с потерей трудоспособности. Если вибрационная болезнь обусловлена воздействием локальной вибрации, то ее основным признаком является сосудистый синдром, который выражается в кратковременном побелении пальцев ввиду общего или местного охлаждения тела, а также снижении вибрационной, болевой и температурной чувствительности. Болезнь, вызванная общей вибрацией, характеризуется значительными изменениями в центральной нервной системе и сопровождается общей ангиодистонией и полиневрическим синдромом [1, 5-6].

Производственное освещение или освещение рабочих мест – один из важнейших показателей гигиены труда. Достаточное освещение существенно снижает утомляемость, сохраняет работоспособность, обеспечивает рост производительности труда, благотворно влияет на общее психологическое

состояние и т.д. Анализ отраслевых норм освещенности показывает, что они занижены в 3-5 раз по сравнению со СНиП 23-05-95. Это связано с тем, что буровая установка рассматривается не как производственное помещение, а как строительная площадка. В результате, недостаток света и нерационально расположенное производственное освещение затрудняет деятельность работников, ухудшает их ориентирование в пространстве, координацию движений, скорость ответных реакций, что снижает производительность и качество труда, нередко приводит к травмам [1, 6-7].

В каждой отрасли промышленности имеются химические вещества, которые представляют опасность для жизнедеятельности людей. В строительстве скважин это нефть, двуокись углерода, сероводород, природный газ, химические реагенты для буровых промывочных, тампонажных и технологических жидкостей. Их опасность для здоровья буровиков заключается в присутствии на всех этапах строительства скважины. При этом минимизировать количество контактов с химическими реагентами не представляется возможным, поскольку технологии строительства скважин пока не достигли требуемого уровня автоматизации, а средства индивидуальной защиты не в полной мере защищают организм от вредных воздействий. Постоянный контакт с вредными химическими веществами может привести к серьезным отравлениям и развитию профессиональных заболеваний (кожные заболевания, заболевания слизистой носа и рта, потеря зрения).

Периодический медицинский осмотр 7487 работников нефтедобывающей промышленности показал, что лишь 27,4% нефтяников могут быть признаны практически здоровыми. Хроническая патология диагностирована у 72,6 % рабочих. Ведущее место в структуре выявленной патологии занимают заболевания опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы - 33,5%, болезни системы кровообращения - 30,1%, заболевания ЛОР-органов - 17,7%, желудочно-кишечного тракта - 11,3%. Анализ данной информации отражает степень влияния неблагоприятных факторов на здоровье работников нефтедобывающей промышленности. Длительное воздействие комплекса основных неблагоприятных производственных факторов (вибрация, шум, напряженность трудового процесса и т.д.) в условиях нервно-эмоционального напряжения вызывает повышение производственно-обусловленной заболеваемости [8].

Не вызывает сомнений факт, что условия труда, сложившиеся в нефтяной и газовой промышленности, являются причиной высокой профессиональной заболеваемости, а также могут являться косвенной причиной производственных травм и увечий. Следовательно, изучение процесса бурения с позиции анализа и контроля вредных воздействий на работников является актуальной задачей для дальнейших исследований. Правильное моделирование производственных ситуаций, направленное на снижения влияния опасных и вредных факторов в процессе бурения, позволиткратно улучшить условия труда в буровой отрасли.

#### Литература

1. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. — 288 с.
2. Тарасов, В.Н. возможные факторы риска у рабочих при бурении, добыче и переработке природного газа с высоким содержанием сероводорода // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 10 – С. 130-132



3. Иогансен, К.В. Спутник буровика. Справочник. – М.: Недра, 1990. – 303с.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), утвержденные Минэнерго, Госгортехнадзором 05.10.79 г.
5. Строительные норма и правила, установленные СН 245-71, СН 433-79 и СНиП 23-05-95.
6. **Алексеев, С.В.** Гигиена труда / С.В. Алексеев, В.Р. Усенко. М.: Медицина, 1988. - 576 с.
7. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение (утв. постановлением Минстроя РФ от 2 августа 1995 г. N 18-78).
8. Гимранова, Г. Г. Особенности формирования нарушений здоровья и их профилактика у работников нефтедобывающей промышленности : дис. ... д-р мед. наук : 14.02.04 / Галина Ганиновна Гимранова; Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека – Уфа, 2010. – 265 л.

### ГОДОВЫЕ КОЛЬЦА ДЕРЕВЬЕВ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**С.А. Меховников, Ю.С. Веселова**

Научный руководитель доцент Т.А. Архангельская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

С каждым годом все острее становится проблема экологии. Практически во всех уголках планеты так или иначе нарушены естественные экосистемы. И чтобы понять, какой вклад в это вносит человек, предлагается использовать реконструкцию палеоклиматических событий. Данный метод используется для ретроспективной оценки влияния на окружающую среду катастрофических событий таких как: падения метеоритов, землетрясений, селеобразования и др., а также для оценки воздействия на геохимическую обстановку среды обитания человека.

Удобным способом получить достоверную информацию является изучение годовых колец деревьев. Они сохраняют в себе информацию о происходящих изменениях климата, природных катастрофических явлениях и деятельности человека, поэтому удовлетворяют всем требованиям в качестве объекта исследования.

На основе полученной информации делаются попытки оценить динамику, интенсивность и специфичность природного и техногенного, в том числе радиоактивного воздействия на природную среду. Годовые кольца деревьев в качестве индикатора загрязнения окружающей среды могут дать ответ на вопрос, что было с тем или иным показателем среды (влажность, температура, химизм и т.д.) за определенный прошедший период времени. И могут характеризовать временной ряд от нескольких десятков и очень редко до тысячи лет[3]. Они могут дать достаточно информации для ретроспективного анализа, так как период образования каждого кольца можно определить с точностью до года, определить время года, когда происходили те или иные события, связанные с привнесом различных химических элементов в окружающую природную среду.

Методика исследования годовых колец деревьев имеет определенные ограничения и методические трудности, о чем говорят многие авторы, изучающие данную проблему. Прежде всего, это связано с радиальным перемещением изучаемых компонентов во время роста древесины, обусловленными особенностями

транспорта воды внутри ствола, существованием различных форм органических лигандов [2, 3].

В годовых кольцах деревьев изучается ширина колец, плотность, пористость, размеры и морфология клеток, а также другие показатели камбия деревьев, в том числе информация об их химическом составе [3].

На сегодняшний день наиболее перспективными методами исследования годовых колец деревьев для реконструкции прошлых событий, приведших к загрязнению, являются: автордиография - метод фиксации радиоактивного излучения от радионуклида, который присутствует в исследуемом веществе; f-радиография (осколочная радиография) – метод, позволяющий исследовать и определять характер распределения, уровень накопления делящихся радионуклидов; метод инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) – метод, позволяющий с высокой точностью определять количественное содержание делящихся радионуклидов, их пространственное распределение, а также формы нахождения в годовых кольцах деревьев.

Данное направление исследований является перспективным, о чем свидетельствуют работы, посвященные изучению годовых колец деревьев (Ковалевский А.Л., Рихванов Л.П., Берзина Г.П. и др.) [1, 2, 3].

Наши исследования направлены на изучение годовых колец деревьев, отобранных в различных регионах Республики Казахстан. Методом определения выбран инструментальный нейтронно-активационный анализ, как наиболее точный и достоверный. Он особенно эффективен при решении задач, связанных с проведением многоэлементного анализа.

Актуальность работы обусловлена тем, что в Республике Казахстан подобных исследований не проводилось. Использование данной методики и выбор древесины в качестве образцов дадут нам возможность восстановить историю прошлых загрязнений на данной территории.

#### Литература

1. Берзина И.Г. Выявление радиоактивного загрязнения окружающей среды методом радиографии / И.Г. Берзина, Г.П. Герцен, С.В. Столяров, В.В. Токаревский // Геохимия. – 1993. – № 3. – С. 449–456.
2. Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений / А.Л. Ковалевский. – Новосибирск: Наука, 1991. – 294 с.
3. Рихванов Л.П. Дендрорадиография, как метод ретроспективной оценки радиоэкологической ситуации / Л.П. Рихванов, Т.А. Архангельская, Ю.Л. Замятина; Томский политехнический университет. – Томск: Дельтаплан, 2015. – 148 с.
4. Шиятов С.Г. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учебно-методическое пособие / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов, В.Б. Круглов и др. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.

**БИОТЕСТИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *DROSOPHILA MELANOGASTER*, КАК МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПАСНОСТИ ПОЛЛЮТАНТОВ****А.Г. Бирулина**

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия*

В современном мире проблема загрязнения окружающей среды и антропогенное воздействие на биосферу имеют приоритетное экологическое, социальное и экономическое значение. Один из методов определения степени загрязнения - биотестирование.

Цель данной работы: проанализировать имеющиеся литературные данные и собственные исследования о возможности применения в качестве тест-объекта плодовой мушки *Drosophila melanogaster* для оценки опасности поллютантов.

Использование мушки в качестве модельного объекта впервые было предложено Морганом, основателем хромосомной теории наследственности. Исследования Меллера (1927) с применением дрозофил в генетических исследованиях, позволили разработать методы оценивания мутагенного действия внешних агентов.

Спустя почти 100 лет эксперименты на дрозофилах не утратили своей силы и продолжают развиваться, используя различные методы, одним из которых является оценка загрязнения и токсичности среды. В Тюменском государственном университете были проведены исследования, оценивающие степень влияния химических загрязнителей на процесс онтогенеза у *D. melanogaster* [3]. Для определения токсичности исследовали среды с разной концентрацией пестицидов. Опыт показал низкую выживаемость личинок на загрязненной среде, что свидетельствует о стрессирующем воздействии химических объектов. Также в ходе опыта было подсчитано количество вылетевших самцов и самок, наблюдалась следующая тенденция: в контроле преобладали самцы, а в средах с пестицидами – самки. Были отмечены внешние изменения длины торакса и крыльев.

Д.Е. Гавриков и А.С. Новицкая провели эксперимент по влиянию средового стресса на флуктуирующую асимметрию (ФА) морфологических признаков мушки [1]. Для этого было проведено 2 опыта: А) влияние пестицидного загрязнения и Б) пищевого стресса на ФА (среда без сахара и дрожжей). Итогом исследования А стало уменьшение ФА с уменьшением концентраций пестицида. В опыте Б отмечены высокие уровни направленной асимметрии у самцов. В обоих исследованиях в условиях средового стресса наиболее восприимчивыми к ФА оказались самки.

Интенсивное использование в современном информационном обществе электрической и электромагнитной энергии привело к формированию нового фактора загрязнения окружающей среды – электромагнитный [2]. В Кабардино-Балкарском государственном университете было исследовано влияние переменного магнитного поля разной частоты на линии *D. melanogaster*. При увеличении частоты переменного магнитного поля возрастает и количество мух с морфозами. Такие изменения связаны с генотипическими свойствами, так наиболее чувствительными оказались мушки с плосковидными глазами, и мушки с диким генотипом. Более устойчивыми оказались мушки с белыми глазами.

Изучением экологических и генетических эффектов ацетилсалициловой и аскорбиновой кислот на *D. melanogaster* занималась В.А. Сидорская. Было установлено, что численность самок при самой высокой концентрации аспирина

0,3% превышает численность самцов, тогда как в концентрациях 0,01%, 0,05%, 0,15% преобладают самцы, причем с повышением концентрации дисбаланс увеличивается, что говорит о наличии стрессового фактора [5]. Что касается вылета мух, то наблюдалась следующая пропорция: чем выше концентрация, тем ниже рождаемость. Комбинирование ацетилсалициловой и аскорбиновой кислот привело к отсутствию потомства вследствие гибели родителей.

Проведением исследований адаптивности *D. melanogaster* при нефтяном загрязнении среды занимались Г.А. Петухова, Ю.М. Квашнина [4]. Неадаптированные мухи смогли выжить и продолжить развиваться в среде в 9 раз превосходящую стандартную среду, а мухи адаптированные к среде с нефтезагрязнением отличались низким потенциалом выживаемости. Исходя из этого, можно утверждать, что для особей, постоянно находящихся под действием токсического загрязнения, повышение загрязнителя энергозатратно, чем для неадаптированных дрозофил.

В Томском политехническом университете на кафедре ГЭГХ с 2004 г. на плодовых мушках проводятся лабораторные исследования по определению токсичности твердой фазы отходов горно-добывающей промышленности и пылеаэрозолей [6,7]. При определении воздействия основными критериями служат: появление морфоз и соотношение полов. Непосредственно автором проводилось определение летальной дозы для пробы бурового шлама. Из проделанного опыта можно сделать выводы, что токсическим эффектом данная проба не обладает, а для определения мутагенного будут далее продолжены исследования.

На основе проведенного литературного обзора и собственных исследований можно сделать вывод, что плодовая мушка широко и активно используется учеными в качестве тест-объекта при оценивании токсичности среды и ее благоприятности. Причем, основными критериями для наблюдения являются: соотношение полов, количество летальных особей, появление морфоз, продолжительность жизни.

#### Литература

1. Гавриков Д.Е., Новицкая А.С. Влияние средового стресса на флуктуирующую асимметрию морфологических признаков *Drosophila melanogaster* [электронный ресурс] 2010.Т.9.URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sredovogo-stressa-na-fluktuiruyuschuyu-asimmetriyu-morfologicheskikh-priznakov-drosophila-melanogaster> (Дата обращения: 15.10.2015)
2. Кауфова М.А.,Хандохов Т.Х.,Керефова М.К. Морфозы, наблюдаемые у *Drosophila melanogaster* при облучении переменным магнитным полем разной частоты [электронный ресурс] // Фундаментальные исследования.2013.№10-10. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/morfozy-nablyudaemye-u-drosophila-melanogaster-pri-obluchении-peremennym-magnitnym-polem-raznoy-chastoty> (Дата обращения:14.10.2015)
3. Кузнецова Т.Ю. ,Демчук Е.В., Пак И.В. Влияние пестицидов на онтогенетическую изменчивость *Drosophila melanogaster* [электронный ресурс] // Вестник Тюменского государственного университета. 2009. №3.URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pestitsidov-na-ontogeneticheskuyu-izmenchivost-drosophila-melanogaster> (Дата обращения: 13.10.2015)
4. Петухова Г.А., Квашнина Ю.М. Адаптивный потенциал *Drosophila melanogaster* при нефтяном загрязнении среды [электронный ресурс]//Вестник Кемеровского государственного университета.2015.№1-16(61). URL:

<http://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnyy-potentsial-drosophila-melanogaster-pri-neftyanom-zagryaznenii-sredy>(Дата обращения: 14.10.2015)

5. Сидорская В.А. Изучение экологических и генетических эффектов ацетилсалициловой кислоты и аскорбиновой кислоты на *Drosophila melanogaster* [электронный ресурс] //Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук.2013.№10-1.Современные наукоемкие технологии. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-ekologicheskikh-i-geneticheskikh-effektov-atsetilsalitsilovoy-kisloty-i-askorbinovoy-kisloty-na-drosophila-melanogaster> (Дата обращения: 14.10.2015)

6. Таловская А.В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей: автореф. дис. канд. геол.-минер. наук. Томск, 2008.-23с.

7. Язиков Е.Г., Азарова С.В. Эколого-геохимическая характеристика отходов горнодобывающего предприятия, их токсичность и воздействие на почвы // Горный журнал № 11, 2003 с.61-65.

#### **РТУТЬ И МЫШЬЯК В ЛИСТЬЯХ БЕРЕЗЫ УРСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Е.А. Богданович**

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Выявление и изучение роли живых организмов в миграции химических элементов в условиях хвостохранилищ горно-обогатительных предприятий является актуальной проблемой в связи с загрязнением окружающей среды тяжелыми металлами и мышьяком. Использование растений в качестве биоиндикаторов достаточно информативно в биогеохимическом мониторинге, поскольку их жизнедеятельность зависит от качества окружающей среды в месте обитания [1].

Целью работы является выявление биогеохимических индикаторов влияния отходов горнорудных производств на биоту.

Объектом исследования служили листья берёзы повислой (*Betula pendula*), являющейся лесообразующей породой и формирующей мелколиственные леса в зоне умеренного климата. При благоприятных условиях она достигает 25-30 м в высоту. Так же берёза обладает высокой экологической пластичностью, высокими пыле- и газопоглощающими свойствами. Эколого-биологические особенности берёзы повислой указывают на устойчивость вида к промышленному загрязнению.

Территорией исследования являлось Урское хвостохранилище в пос. Урск Кемеровской области. Оно сформировано в середине прошлого века из отходов цианирования ртути содержащих серноколчеданных первичных и окисленных руд Ново-Урского месторождения. Отходы первичных руд на 50-90% состоят из пирита [3]. Содержание ртути в складированных отходах первичных руд составляет 59 г/т, в отходах руд зоны окисления – 65 г/т [2].

Отходы складированы в заболоченном логу двумя отвалами высотой 10-12 м. Ложе хвостохранилища не было изолировано дамбами и не ограждено. В логу протекает ручей, воды которого имеют сильноокислую реакцию. В результате территория 7,85 га ниже хвостохранилища под влиянием сернокислых растворов дождевых и поверхностных вод, дренирующих отвалы, выжжена,



частично перекрыта снесенным материалом отходов, а растительность уничтожена. В непосредственной близости (50-100 м) от выжженной земли расположены приусадебные участки с колодцами и жилыми домами.

В июле 2015 г. в поселке Урск на территории, примыкающей к хвостохранилищу, отобраны пробы листьев березы повислой по радиальной сети с шагом опробования 150-200 метров. Фоновая проба отобрана в районе озера Урское в 4 км к юго-востоку от хвостохранилища. Листья отбирали в сухую ясную погоду методом средней пробы с примерно одновозрастных деревьев на высоте 1,5-2 м от поверхности земли и помещали в крафт пакеты «Стерит». Всего отобрано 17 проб. Далее пробы высушивали, механически измельчали, брали навеску и разлагали в концентрированной азотной кислоте по стандартной методике.

Определение ртути и мышьяка в образцах сухого вещества листьев березы проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в аккредитованном химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Для контроля точности анализа использовали стандартный образец состава листа березы. Ошибка определения не превысила 10 %. Статистические параметры распределения ртути и мышьяка в пробах листьев березы на территории Урского хвостохранилища представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание ртути и мышьяка в сухой массе листьев березы в пос. Урск

Элемент	Содержание, мг/кг				Стандартное отклонение	Кэфф. вариации, %
	фоновое	среднее	min	max		
Hg	0,01	0,13±0,02	0,01	0,35	0,09	70
As	0,20	0,29±0,04	0,08	0,67	0,16	56

Средние концентрации ртути в листе березы превышают фоновые – в 13 раз, мышьяка – в 1,5 раза, а максимальные – в 35 раз и 3,4 раза соответственно. Распределение концентраций ртути и мышьяка на территории Урского хвостохранилища показано на рисунке. Выявлены два конформных ореола, располагающихся на западном и южном флангах выжженной земли, на расстоянии 100 и 300 м от отвалов хвостохранилища. По мере удаления от границы выжженной земли в стороны жилой зоны поселка концентрации ртути и мышьяка приближаются к фоновым (рис. 1).

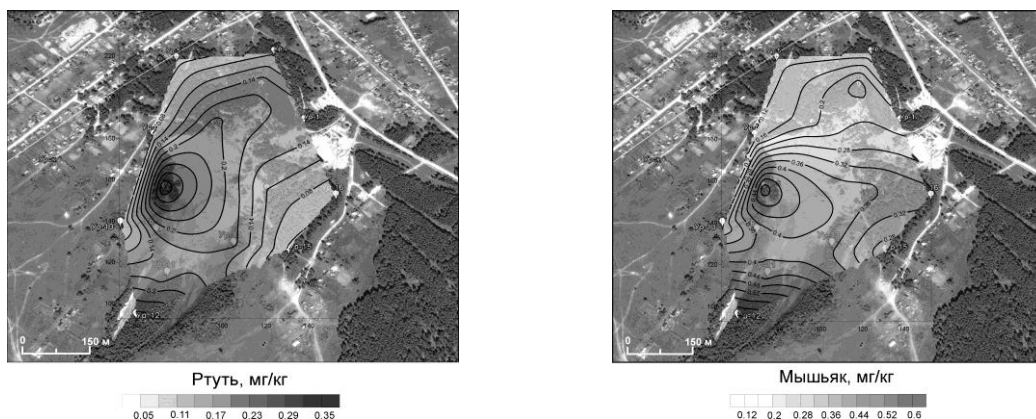


Рисунок 1 – Ореолы ртути и мышьяка на территории Урского хвостохранилища по данным опробования листьев березы

Таким образом, произведена оценка содержания приоритетных элементов-загрязнителей в растительности, показана индикаторная роль листьев березы повислой. Результаты работы могут быть использованы для проведения биогеохимического мониторинга в районах хвостохранилищ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке: РФФ №15-17-1001*

#### Литература

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. Пер. с англ. И.Н. Михайловой. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
2. Густайтис М.А., Лазарева Е.В., Богуш А.А. и др. Распределение ртути и ее химических форм в зоне сульфидного хвостохранилища // Доклады Академии наук. 2010. Т. 432. № 5. С. 655-659.
3. Щербакowa И.Н., Густайтис М.А., Лазарева Е.В. и др. Миграция тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Fe, Cd) в ореоле рассеяния Урского хвостохранилища (Кемеровская область) // Химия в интересах устойчивого развития. 2010. Т. 18. № 5. С. 621-633.

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТЮМЕНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКАЗНИКА

**В.В. Боев**

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одной из функций литосферы является геохимическая, которая отражает неоднородности геохимических полей. Установление содержания химических элементов в почвах имеет как теоретическое, так и практическое значение. В теоретическом аспекте важное значение имеет установление химического состава и свойств почв, а в практическом отношении — установление фоновых концентраций элементов, которые можно использовать для экологического мониторинга.

Целью наших исследований являлось определение ртути в почвенных горизонтах на территории Тюменского федерального заказника.

Отбор почв был осуществлен у восточной границы заказника, территория которого представлена смешанными хвойно-лиственными лесами. Всего отобрано 38 проб. Было сделано два разреза глубиной более 1,5 м: первый расположен в лесу березово-сосновом с липой, второй — в папоротниковом сосняке с примесью березы. Рельеф — равнина. Почвы — дерново-подзолистые.

В разрезах почва отбиралась по горизонтам, начиная от нижнего горизонта и упаковывалась в полиэтиленовые пакеты. Почва высушивалась при комнатной температуре, просеивалась через сито размером ячеек 3 мм, истиралась в виброистирателе до однородного состава.

Анализ ртути проводился в лаборатории кафедры ГЭГХ ТПУ методом атомной абсорбции с применением ртутного анализатора РА-915+. Обработка результатов анализа проводилась с использованием современных пакетов программ EXEL и STATISTIKA 6.0.

Полученные по разрезам результаты приведены в таблице 1 и на рисунках 1,2.

Таблица 1  
Содержание ртути в почвенных разрезах на территории Тюменского федерального заказника

Разрез	Горизонт	Глубина (см)	Содержание Hg (мкг/кг)
1	A1	4 — 12	24,8
	A1A2	14 — 24	11,2
	A2	34 — 52	3,3
	A2B	52 — 60	1,8
	B	60 — 90	3,2
2	A1	5 — 12	30,4
	A1A2	12 — 21	10,1
	A2	21 — 29	7,5
	A2B	29 — 41	7,2
	B	41 — 88	8,6



Рисунок 1 – Распределение ртути в почвенном разрезе 1 на территории Тюменского федерального заказника

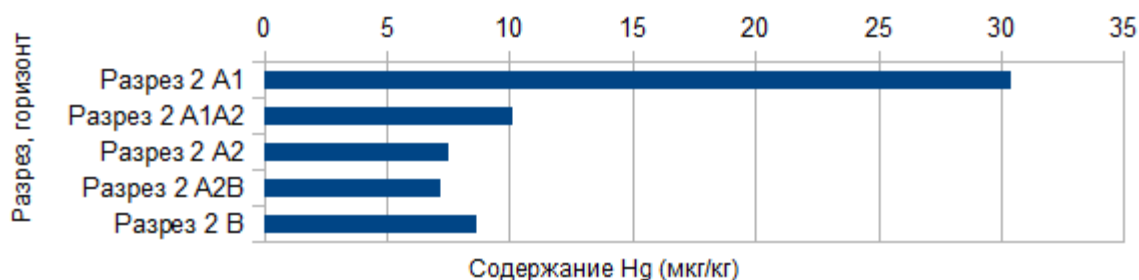


Рисунок 2 – Распределение ртути в почвенном разрезе 2 на территории Тюменского федерального заказника

Анализ распределения ртути в почвенных разрезах показал, что имеет место тенденция максимального накопления элемента в верхнем почвенном горизонте независимо от типа лесного биоценоза. Некоторые отличия в накоплении наблюдаются в более глубоких горизонтах (начиная с горизонта A2) с более существенным накоплением в папоротниковом сосняке.

Анализ статистических показателей позволил установить, что среднее арифметическое содержание ртути по 38 пробам составляет 21 мкг/кг; стандартная

ошибка — 2,94; максимум — 72,3 мкг/кг; минимум — 1,8 мкг/кг; V — 86,3%. Мировой кларк Hg для почв составляет 0,12 мг/кг по подсчетам Добровольского [1]. При этом в незагрязненных почвах значения содержания Hg колеблются от 0,01 до 0,7 мг/кг [3]. Полученные данные соответствуют названному интервалу. В опесчаненных подзолистых почвах Тюменской области содержание Hg оценивают в интервале от 0,001 до 0,05 мг/кг [2]. Полученные значения входят и в этот более узкий диапазон.

#### Литература

1. Добровольский В. В. Основы биогеохимии. М. АСADEMIA. 2003. -398с.
2. Дорожукова С. Л. Природные уровни ртути в некоторых типах почв нефтегазоносных районов Тюменской области / С. Л. Дорожукова, Е. П.
3. Орлов, Д. С. Химия почв / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, Н. И. Суханова. — М.: Изд-во МГУ: Высшая школа, 2005. — 558 с.

### РОЛЬ ЭПИФИТНЫХ МХОВ В НАКОПЛЕНИИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ АТМОСФЕРЫ

Н.П. Боженко

Научный руководитель доцент А.М. Межибор

*Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия*

Мохообразные растения являются неотъемлемой частью фитоценозов. Особый интерес в экологических исследованиях представляют мхи, растущие на коре деревьев. Эпифитные мхи, использующие кору дерева как субстрат для поселения, — являются биоиндикаторами химического состава атмосферных выпадений. Биоиндикация в данном случае основана на изучении изменений эпифитного мохового покрова (биоразнообразие, морфология и жизненность мхов и др.) в связи с составом атмосферного воздуха и свойствами субстрата [7].

Мхи — это многолетние растения, размножающиеся спорами. Они небольшие по размерам, достигают до 20 см в длину. Мхи, в частности эпифитные мхи, используют деревья только как место прикрепления и не питаются за его счет, следовательно на них не сказывается воздействие загрязнения, аккумулированного в почве [1].

Эпифиты из-за своего особого строения и ареала произрастания являются оптимальными биоиндикаторами широко спектра загрязнителей. Также данный вид способен накапливать в себе тяжелые металлы и редкоземельные элементы. Это способность является оптимальной для исследований территории с длительным техногенным загрязнением атмосферы конкретными источниками [7].

Но эпифитные мхи не «вездесущи». Они произрастают только в комфортных для себя условиях, это умеренные температуры зимой и относительно влажный климат. К примеру, в суровой тайге данный вид мха встретишь не часто. А вот во влажных тропических и субтропических лесах они встречаются на подавляющем большинстве стволов деревьев, густой шубой закрывая весь периметр ствола, и идут от его основания до первых ветвей, нередко более или менее далеко проникая вглубь кроны [1].

И не стоит забывать что, многие виды мхов отличаются высокой приспособленностью к условиям природной окружающей среды, так как являются

либо космополитами с широкой экологической амплитудой, либо имеют дизъюнктивный ареал. Также разные виды древесных мхов обладают разной способностью накапливать и удерживать в себе те или иные загрязнители. Поэтому при мониторинге атмосферного воздуха целесообразно использовать мхи одинаковых видов.

Роль биоиндикации в современных исследованиях загрязнения окружающей среды заметно возрастает. В настоящее время древесные мхи активно используются при мониторинге окружающей среды.

Так, в 2010 году проводились исследования Государственного природного заповедника «Столбы», расположенного на территории лесопарковой зоны в окрестностях города Красноярск. Конкретно в этих исследованиях был изучен видовой состав эпифитного мохового покрова стволов березы от основания до высоты 2 м от поверхности земли. В ходе проведенных исследований был выявлен широкий спектр элементов, которые оказывают влияние на состояние окружающей среды. Таким образом, особенности разнообразия мхов и элементный состав биондикаторов (кора, мхи) свидетельствуют о химическом загрязнении территории, и биоиндикация может быть использована для наблюдения за состоянием окружающей среды [7].

Мхи *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens* Прибайкалья послужили объектами исследования на возможность их использования в качестве биомониторинга. Проведенные исследования показали, что данные виды мхов оптимально подходят для биоиндикации и биомониторинга и способны накапливать в себе широкий спектр элементов, таких как, тяжелые металлы всех классов опасности, а также редкоземельные металлы [6].

Также проводились масштабные исследования, в частности, мониторинг атмосферных выпадений тяжелых металлов с применением покрово-образующих мхов в Калининградской области с 1994 года. Проведенные исследования показали, что географические и климатические условия произрастания мхов значительно сказываются на уровне накопления мхами тяжелых металлов. И также подтверждается отличительная способность эпифитных мхов накапливать и удерживать в течение долгого времени большинство химических элементов [5].

По данным мониторинга содержания кадмия в лесных экосистемах Приволжской возвышенности, проведенного в 2015 году, выявлено, что мхи способны аккумулировать высокотоксичные элементы, пары которых могут быть ядовиты для человеческого организма. Поэтому организмы рассматриваемых групп мхов рекомендуется использовать в биомониторинге, как индикаторов загрязнения воздуха [3, 4].

В ходе анализа нескольких публикаций можно с уверенностью утверждать, что эпифитные мхи являются оптимальными растениями для биоиндикации атмосферных выпадений. Они имеют широкие ареалы распространения, а за счет своего внутреннего строения способны долгое время удерживать в себе загрязнители, что способствует проведению исследований рассчитанных на длительный период.

#### Литература:

1. Бардунов Л.В. Древнейшие на суше. Новосибирск: изд. «Наука» Сибирское отделение, – 1984. – 157 с.



2. Девятова А.Ю., Рапута В.Ф. Исследования многолетнего накопления химических элементов древесными мхами в зонах интенсивного влияния ТЭЦ. Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 4. – № 1. – С. 175-180
3. Иванов А.И. Агарикомицеты Приволжской возвышенности. Порядок Boletales, РИО ПГСХА, – 2014. – 176 с.
4. Иванов А.И., Горохова А.Г., Андреева М.И. Структура и функционирование экосистем в естественных и антропогенных условиях // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. -2015. – № 5 (27). – С. 15-20
5. Королева Ю. В., Пухлова И. А. Новые данные о биоконцентрировании тяжелых металлов на территории Балтийского региона // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2012. – №1 – С. 99-106.
6. Матяшенко Г. В., Чупарина Е. В., Финкельштейн А. Л. Мхи *Nylosomium splendens* и *Pleurozium schreberi* как индикаторы атмосферного загрязнения побережья Южного Байкала // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: – XI Международная научно-практическая конференция. (Барнаул, 28–31 августа 2012 г.). – С. 135-138.
7. Отнюкова Т.Н., Дутбаева А.Т., Жижаяев А.М. Особенности биоразнообразия эпифитного покрова и элементного состава древесного субстрата и мхов в условиях различного уровня загрязнения // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3. – С. 85-90.

#### **МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОТХОДОВ ТЕЙСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**В.С. Бучельников**

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

*Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия*

Предприятия добывающей промышленности являются одними из ключевых объектов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду. На примере их деятельности, связанной с добычей и переработкой сырья можно отследить все этапы техногенного воздействия на окружающую среду [2].

Объект исследований - отходы Тейского железорудного месторождения, отобранные в следующих точках: хвостохранилище, шламоотстойнике, отвале Южный – 2, отвале Северный, отвале Южный, отбор проводился горстевым, точечным способами и вычерпыванием.

Горнодобывающее производство связано с интенсивным использованием природных ресурсов, что в свою очередь ведет в увеличению количества отходов и ухудшению качества окружающей среды.

Наиболее сильные нарушения поверхности земли наблюдаются при изъятии из недр полезных ископаемых открытым способом [7].

В связи с этим все большее внимание уделяется вопросу экономически обоснованного и экологически безопасного функционирования горнодобывающего предприятия [7]. Специфика влияния конкретного горнодобывающего предприятия на окружающую среду обусловлена геолого-геохимическими особенностями месторождений и применяемой техникой и технологией для его разработки [3].

Техногенные массивы являются источниками загрязнения всех природных сред за счет пыления и вымывания из них загрязняющих веществ.

В течение длительного времени на отвалах и шламохранилищах некоторых предприятий складывается большое количество железосодержащих отходов различных производств. В состав таких отходов зачастую входят токсичные компоненты, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду [5].

В процессе проведения разведочных работ или эксплуатации месторождения отбираются специальные пробы с целью определения содержания ценных элементов или для исследования вещественного состава руды и ее технологических свойств.

Предварительное тщательное изучение отходов необходимо и для определения их негативного воздействия на окружающую среду, а также решения проблемы их дальнейшего размещения и утилизации [4].

Согласно ранее проведенной геохимической характеристике отходов, в пробах с отвала «Северный» были обнаружены повышенные концентрации As, Cr, Cu; в отвалах «Южный» и «Южный-2» – повышенные концентрации As, Zn, Ni, Co; для хвостохранилища характерны повышенные концентрации As, F, Cr, Cu, Cd, Co, Ni, Mo, B, U; в пробах шламоотстойника повышенные концентрации As, V, F, Ni, Cu, Co, Cr, B, U [6].

Одним из наиболее распространенных методов получения информации о кристаллической структуре вещества является установление соответствия между атомной структурой исследуемого образца и пространственным распределением рентгеновского излучения, рассеянного образцом [1].

Анализ проводился на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета на рентгеновском дифрактометре Bruker D2 Phaser.

В ходе выполнения анализа были получены следующие результаты:

Основными минералами первой пробы хвостохранилища являются: доломит – 37,7%, иллит – 34,8%, клинохлор – 22,1%, кварц – 4,6%, карлинит – 0,8%; второй пробы - доломит – 51,4%, микроклин – 9,2%, кальцит – 9,5, и тальк – 2,2%, карлинит – 1,9%, кварц – 11,1%, мусковит – 7,5%, клинохлор – 7,1%.

В пробе шламоотстойника обнаружены: микроклин - 25,9%, мусковит - 24,6%, кварц - 21,5%, клинохлор - 18%, альбит - 10%.

Первая проба отвала «Северный» состоит из: доломита - 78,2%, микроклина – 12,2%, кальцита – 7,2 и талька – 2,4%; анализ второй пробы показал следующие результаты: доломит - 51,4%, карлинит - 1,9%, кварц - 11,1%, кальцит - 9,5%, тальк - 2,2% , микроклин - 9,2%, клинохлор - 7,1% и мусковит - 7,5%.

Проба с отвала Южный содержит доломит - 50,9%, кальцит - 15,8%, карлинит - 14,5%, альбит - 6,7%, клинохлор - 6,4%, тальк - 3% и кварц - 2,8%. Анализ пробы отвала Южный-2 показал следующие минералы: альбит - 41,1%, клинохлор - 31,7%, кварц - 17,5%, мусковит - 9,6%.

Рентгеноструктурный анализ позволяет проводить более детальные исследования проб, определять их состав, благодаря чему можно предположить причины и источники содержания различных химических элементов, но при этом определяются только главные (породообразующие) минералы. Согласно полученным результатам, главными минералами изученных объектов являются: доломит, карлинит, кварц, кальцит, тальк, микроклин, клинохлор и мусковит. альбит, иллит. В дальнейшем исследования будут продолжены с целью более подробного определения состава отходов месторождения и их негативного воздействия.

## Литература

1. Шмаков Н.А. Основы рентгеноструктурного анализа. Рентгеноструктурный анализ поликристаллических материалов на синхротронном излучении.
2. Язиков Е.Г., Азарова С.В. Эколого-геохимическая характеристика отходов горнодобывающего предприятия, их токсичность и воздействие на почвы // Горный журнал. – 2003. - №11. – С.61-64.
3. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности [электронный ресурс] URL: <http://eee-region.ru/article/1008/> (дата обращения: 20.09.2015)
4. Исследование химического, минералогического и радионуклидного составов отходов угледобычи [электронный ресурс] URL: [http://www.rusnauka.com/15\\_NPN\\_2009/Chimia/46478.doc.htm](http://www.rusnauka.com/15_NPN_2009/Chimia/46478.doc.htm) ( дата обращения: 23.09.2015)
5. Баркан М.Ш., Кабанов Е.И. Перспективы утилизации отходов горнометаллургических предприятий при добыче и переработке сырья.
6. Азарова С.В. Отходы горно-добывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды ( на примере объектов Республики Хакасия) автореф.дис.канд.геол.-минер.наук. Томск, 2005.-21с.
7. Базарова С. Б. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности (электронный ресурс) URL: <http://eee-region.ru/article/1008/> (дата обращения: 10.10.2015)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ  
ОГНЕСТОЙКОСТИ****Е.А. Вячкина**

Научный руководитель В.О. Каледин

**Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровского государственного университета, г.  
Новокузнецк, Россия**

Бытовые пожары происходят ежедневно, однако оценка выбросов по ним не производится, хотя это безусловно необходимо. Имеющиеся методики расчета выбросов в атмосферу не позволяют провести расчет таковых при бытовом пожаре, так как необходимо учитывать не только составляющие строительных конструкций, но и температуру процесса горения, место очага возгорания и взаимные химические реакции. Такой учет возможен только в случае решения связанной термохимической задачи. В работе приведен анализ химического состава отделочных материалов. Рассмотрены реакции горения составляющих отделочных материалов при различных температурах и выявлены предельные концентрации наиболее опасных продуктов горения.

При горении строительных конструкций происходит выбросы в атмосферу различных загрязняющих веществ. При изменении температуры горения меняется и объем соединения, попадающий в воздух. Математическая модель расчета выбросов при горении строительных конструкций должна учитывать не только температуру процесса, но и время горения, то есть должна содержать физическую и химическую составляющую. При расчете физики процесса определяется температурный режим. Химическая составляющая определяет какие именно выбросы и в каком объеме производятся для конструкции из указанных материалов при заданной температуре.

Для проведения анализа процессов горения строительных и отделочных материалов необходимо собрать информацию о химическом составе материалов. Определим, какие материалы будем анализировать. Основными строительными материалами на сегодняшний день являются пенобетон, известь, гипсовые смеси, портландцемент, глины, цементы, шлаки, сталь, дерево. Однако при анализе процессов горения необходимо учитывать не только строительные материалы, но и отделочные.

Проведем оценку химического состава строительных материалов и их подверженность горению. Большинство строительных материалов либо вообще не подвержены горению, как цемент, стекло, глина, кирпич, либо при горении может стекловаться – кварцевый песок. Исследование реакций горения остальных материалов позволяет выявить наиболее опасные соединения.

Для удобства структурирования рассмотрим отдельно материалы, необходимые для отделки пола, потолка, стен, окон, межкомнатных и входных дверей (таблица 1).

Таблица 1

*Применение материалов в строительстве и вещества, входящие в их состав*

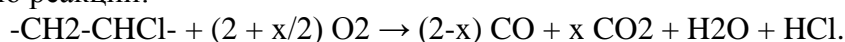
<b>Потолок</b>	
натяжной	ПВХ + полиэстеровая ткань с полиуретановым покрытием
пластиковые панели	ПВХ
гипсокартон	гипс + бумага
навесной	пенопласт
беленый	гашеная известь (CaCO <sub>3</sub> )
<b>Стены</b>	
пластиковые панели	ПВХ
обои (виниловые, бумажные, моющиеся-пенопленовые)	ПВХ + бумага
гипсокартон	гипс + бумага
крашенные	краска
беленые	гашеная известь
деревянные	дерево
штукатуреные	штукатурка
МДФ	ДСП + бумага
<b>Пол</b>	
линолеум(промышленный, бытовой)	ПВХ
ламинат	ДВП + бумага
ЛДСП	ДСП + бумага
ДСП, ДВП	дерево + карбамидоформальдегидные смолы
деревянный	дерево
кафель	глина + кварцевый песок
паркет	дерево + лак
<b>Двери</b>	
деревянные	дерево
стали	

Окончание Таблицы 1

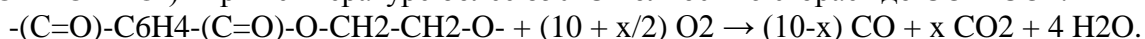
Окна	
пластиковые	ПВХ
деревянные	дерево
стекло	SiO <sub>2</sub> , CaO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O
Другое	
глина	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, CaO, MgO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O
цемент	CaO, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, SO <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
кирпич	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, CaO, MgO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O

Выпишем уравнения реакций горения отделочных материалов.

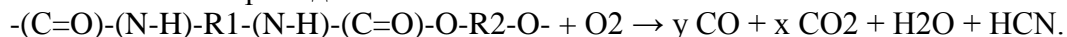
Поливинилхлорид (ПВХ)  $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$  входит в состав многих материалов. При температурах выше 110-120°C склонен к разложению с выделением хлористого водорода HCl. При высоких температурах горение протекает по реакции:



Полиэстер — полиэтилентерефталат (ПЭТ, лавсан)  $(-(\text{C}=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{C}=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)_n$  при температуре более 850°C полностью сгорает до CO и CO<sub>2</sub>:



Полиуретан —  $(-(\text{C}=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{C}=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)_n$  при температуре более 850°C полностью сгорает до CO и CO<sub>2</sub>:



Аналогично выпишем реакции для всех представленных в таблице 1 отделочных материалов.

Анализ реакций горения отделочных материалов позволяет выделить основные продукты: угарный газ, углекислый газ, хлористый водород, цианистый водород, стирол, этиленбензол, толуол, бензол. Определим наиболее опасные их концентрации. CO (угарный газ) – смертельная концентрация 0,4% в течении 20-30 минут. CO<sub>2</sub> – концентрация более 30% в воздухе – мгновенная потеря сознания и смерть. HCl(хлористый водород) – концентрация 75-150 мг/м<sup>3</sup> – непереносима. HCN(цианистый водород) – 120-300 мг/м<sup>3</sup> 30-60 минут – опасные для жизни токсические явления, 240-360 мг/м<sup>3</sup> 5 минут – смерть, 420-500 мг/м<sup>3</sup> – смерть. Стирол – 1,5 мг/м<sup>3</sup> – смерть (для крыс). Этиленбензол – 1 мг/м<sup>3</sup> – нарушение работы печени, 10 мг/м<sup>3</sup> – воспаление слизистой оболочки дыхательных путей, 100-1000 мг/м<sup>3</sup> – вызывают функциональные и органические изменения. Толуол – 250-500 мг/м<sup>3</sup> – смерть. Бензол – более 3200 мг/м<sup>3</sup> – нейротоксические симптомы.

Физическая часть задачи по расчету изменения температуры пожара подробно рассмотрена в работе [1].

Далее планируется разработка программы по расчету объемов вредных веществ, возникающих при горении строительных объектов в целом и частей объектов (комнат, этажей) с учетом внутренней отделки.

#### Литература

1. Новикова К. С. Огнестойкость зданий и сооружений [Текст] К. С. Новикова, Е. А. Вячкина // сб. статей V Всероссийской научно-практической



конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественно-научному, экономическому, юридическому, социогуманитарному и педагогическому направлениям. – Новокузнецк, - 2015. – С. 36-40

#### **СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ**

**Д.Н. Галушкина**

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, доцент И.С. Соболев  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Озеро Байкал с ближайшим его окружением в 1996 г. приобрело статус Объекта Всемирного природного наследия, как пример выдающейся (уникальной) пресноводной экосистемы Земли. Традиционно считается, что озеро Байкал и прилегающие к нему со всех сторон территории являются экологически благополучными. Однако материалы, опубликованные Роскомгидрометом и МО РФ, а также результаты проведенных в 1991–2003 гг. целевых радиоэкологических исследований показывают, что Байкальский регион в целом (Байкальская природная территория в частности) подвергся радиоактивному техногенному загрязнению за счет влияния Семипалатинского испытательного полигона. Радиационная обстановка региона обусловлено присутствием в природных средах техногенного радионуклида Cs-137 и естественных радионуклидов [1].

Всё население Бурятии, как и всё живое на земле, испытывает воздействие радиации за счёт трёх составляющих радиационного фона – космического, естественного (природно-земного) излучений и техногенного загрязнения.

В России при среднем проживании населения на высоте 300-450 м над уровнем моря доза космического излучения составляет до 333 мкЗв/год. А в Бурятии при средней высоте местности 800-1000 м население получает дозу уже в два раза выше. Естественный радиационный фон в Бурятии определяется её расположением в Байкальской горной области, сложенной древними метаморфическими, вулканотерригенными, осадочно-континентальными отложениями с относительно безопасным уровнем радиационного поля.

Значительные площади в Бурятии сложены формациями изверженных горных пород с повышенными концентрациями естественных радионуклидов (U-238, Th-232, K-40). Это дает и повышенную концентрацию газообразных продуктов его распада – радона, который, мигрируя по многочисленным тектоническим нарушениям, накапливается в почвенном и атмосферном воздухе, подземных водах, достигая опасных концентраций.

Огромный вклад в дозу облучения биосферы земли, в том числе человека, внесли глобальные выпадения искусственных (техногенных) радионуклидов. Начало этому было положено взрывами двух атомных бомб США над Японией в 1945 году. Основными реальными источниками техногенного радионуклидного воздействия на территорию Бурятии является испытания ядерных устройств на Семипалатинском, Новоземельском (РФ) и Лобнорском (КНР) полигонах [2].

Проведенными многолетними (1991–2003 гг.) радиоэкологическими исследованиями установлено, что наибольшими уровнями (аномальными значениями) радиоактивного загрязнения Cs-137 характеризуются Южное, Западное и Северо-Западное, Северо-Восточное и Восточное побережья озера Байкал;

включая особо охраняемые природные территории: Прибайкальский и Забайкальский национальные парки; Баргузинский, Байкало-Ленский и Байкальский государственные биосферные заповедники; Фролихинский, Верхнеангарский, Прибайкальский, Степновдворецкий, Кабанский и Энхэлукский заказники [1].

Целью данной работы является интерпретация данных по радиоэкологическому опробованию почв на территории от устья р. Хаим до устья р. Урбикан и Бурятии в целом, а также провести статистический анализ полученных данных.

Отбор почвенных проб производился по четырём интервалам: 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 см. Содержание U, Th, K-40 и удельная активность Cs-137 определены на базе лабораторий Бурятского испытательного радиологического центра (г. Улан-Удэ), Аналитического центра Объединенного института геологии, геофизики и минералогии (г. Новосибирск), Центральной аналитической лаборатории "Сосновгеологии" (г. Иркутск) и Висконсинского университета США.

Таблица 1

Среднее содержание радионуклидов в почвах

	U, мг/кг	Th, мг/кг	Th/U	K-40, %	Cs-137, Бк/кг
Восточное побережье оз.Байкал (устье р.Хаим – устье р.Большая)	2,2	7,3	3,3	1,9	90,0
Республика Бурятия	2,2	7,0	3,2	1,9	60,1
Сибирь [3]	1,9	6,0	3,2	1,7	-
США [4]	2,3	8,6	3,7	1,5	-

Как видно из таблицы, различия средних содержаний естественных радиоактивных элементов невелико. Значение соотношения Th и U близко к природному. Что касается техногенного радионуклида Cs-137, то его удельная активность в центральной части восточного побережья Байкала значительно выше, чем по Бурятии в целом. Следует отметить, что максимальные значения удельной активности Cs-137 во много раз превышают среднее по выборке. Максимальное значение удельной активности Cs-137 в центральной части восточного побережья Байкала составляет 501,9 Бк/кг, по Бурятии – 620,2 Бк/кг.

Таким образом, содержание техногенного радионуклида Cs-137 свидетельствует о влиянии на природные компоненты взрывов на Семипалатинском полигоне. Радиоактивное техногенное загрязнение Cs-137 сформировалось преимущественно вследствие переноса в атмосфере радиоактивных продуктов от ядерных взрывов. Исследованная территория от устья р.Хаим до устья р.Большая на восточном побережье оз.Байкал характеризуется наибольшим средним значением удельной активности Cs-137 (90,0 Бк/кг при региональном фоне 6-7 Бк/кг). Это объясняется особенностями рельефа территории, так как Баргузинский район характеризуется наибольшими абсолютными высотами, которые во время проведения взрывов на «полигоне смерти» задержали радиоактивные воздушные массы. Поэтому радиоцезий, являющийся относительно устойчивым изотопом, по сей день присутствует в почвах исследуемой территории и достаточно легко

определяется существующими аналитическими методами. Радиационная обстановка особо охраняемых территорий усугубляется еще тем, что площади радиоактивного загрязнения Cs-137, примыкающие к озеру Байкал, сложены высокордиоактивными горными породами, характеризующимися интенсивными радоновыми эманациями и широким развитием локальных радиоактивных аномалий и концентрацией радона в почвенном воздухе более 200 кБк/м<sup>3</sup>.

#### Литература

1. Мясников А.А. Радиационная обстановка особо охраняемых природных территорий (ООПТ) озера Байкал / А.А. Мясников, Л.В. Малевич // Урангеологоразведка. – 2008. – № 12. – [http://www.urangeo.ru/publication/detail.php?ID=113&spphrase\\_id=1140](http://www.urangeo.ru/publication/detail.php?ID=113&spphrase_id=1140).
2. Кременецкий И.Г. Геоэкология Бурятии / И.Г. Кременецкий // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Экологобезопасные технологии освоения недр Байкальского региона: современное состояние и перспективы», Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2000 – С. 280–284.
3. Рихванов Л.П. Содержание радиоактивных элементов в почвах Сибири / Л.П. Рихванов, В.Д. Страховенко, И.Н. Маликова, Б.Л. Щербов, Ф.В. Сухоруков, В.П. Атурова // Материалы IV Международной конференции "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека", Томск: НИ ТПУ, 2013 – С. 448–451.
4. Shacklette H.T. Element concentrations in soils and other surficial materials of the Conterminous Unated States / H.T. Shacklette, J.G.Boerngen // Washington: United States Government printing office, 1984. – 63 с.

### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЗОНЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ПО ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ** **Е.В. Горбачева**

Научный руководитель доцент О.Н. Жигилева  
*Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия*

Одной из глобальных проблем современности является снижение биоразнообразия. Данная угроза опасна не только уменьшением числа видов живых организмов, но и обеднением их генофондов. Влияние хозяйственной деятельности человека – основная причина этих катастрофических изменений. Значительное воздействие оказывает сельскохозяйственный сектор, который действует как напрямую, изменяя и уничтожая естественную среду обитания организмов, так и опосредовано, в результате внесения в окружающую среду химических агентов для борьбы с насекомыми, сорняками.

Юг Тюменской области относится к аграрной зоне региона. В силу климатических факторов и невысокого плодородия почв условия для земледелия можно считать рискованными. По этой причине для увеличения выхода продукции приходится прибегать к использованию удобрений и стимуляторов роста растений. Вследствие этого многие лесостепные территории испытывают антропогенный пресс. Биологический мониторинг позволяет провести оценку изменения экологических условий на изучаемой территории. Надежными критериями жизнеспособности и адаптивного потенциала популяций являются их генетические параметры. В качестве объектов исследования наиболее удобно использовать

мелких млекопитающих, так как они отвечают всем требованиям, предъявляемым к видам-биоиндикаторам. Цель данной работы – оценка состояния популяций мелких млекопитающих в зоне сельскохозяйственного освоения по генетическим параметрам.

Исследования проводились на территории лесостепной зоны Ишимского района в летний период 2014 и 2015 гг. Нами было отмечено, что в изученных биотопах встречаются четыре вида мелких млекопитающих: полевая мышь *Apodemus agrarius* Pallas, 1778, лесная мышь *Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811, красная полевка *Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779 и обыкновенная бурозубка *Sorex araneus* Linnaeus 1758. Отлов производился методом ловушко-линий ловушками Геро (малыми плашками). Всего за указанный период было обработано 435 ловушко-суток и отловлено 111 особей, в том числе 48 – *C. rutilus*, 21 – *A. agrarius*, 28 – *S. araneus* и 14 – *S. uralensis*.

Генетическую изменчивость животных изучали методом изоферментного анализа в 7,5% полиакриламидном геле. Всего изучено пять ферментных систем: лактатдегидрогеназа (LDH), супероксиддисмутаза (SOD), аспартатаминотрансфераза (ААТ), неспецифические эстеразы (EST) и неферментные белки мышц – миогены (MY). Популяционно-генетический анализ проводили в программе POPGEN [1].

Всего в результате исследования у изученных видов идентифицировано по 14 аллозимных локусов. У красной полевки половина из них были полиморфны, а именно Est-1, Aat-1, Sod-1, 2, Ldh-1, My-3, 4. Показатель средней популяционной гетерозиготности составил 0.076. У полевой мыши мономорфны были локусы: Aat, Sod-1, 2, Ldh-2, My-1, 3, остальные 7 локусов (Est-1, 2, 3, Ldh-1, My-2, 4, 5) были полиморфны. Средняя наблюдаемая гетерозиготность была равна 0.104, ожидаемая – 0.167. У лесной мыши полиморфны локусы Est-3, Sod-1 и My-4. Доля полиморфных локусов составила 14.29%, средняя гетерозиготность – 0.043. У этого вида в популяции Ишимского района наблюдается увеличение мономорфности по сравнению с популяцией заказника «Рафайловский» (Исетский район Тюменской области) [3]. Это связано с тем, что данный вид является исключительно лесным и сильнее подвержен действию антропогенных факторов, чем полевая мышь. У обыкновенной бурозубки отмечено всего два полиморфных локуса (Est-2 и Ldh-1), что согласуется с предыдущими исследованиями [2]. Однако, по сравнению с другими популяциями Западной Сибири наблюдаются значительно более низкие параметры генетической изменчивости [4]. Доля полиморфных локусов у этого вида составила 27.27%, средняя гетерозиготность – 0.013.

В целом, из четырех изученных видов самые низкие показатели генетической изменчивости выявлены у обыкновенной бурозубки. У лесной мыши этот показатель также невысок. Аллозимный полиморфизм красной полевки и полевой мыши находится примерно на одном уровне, и сопоставим с другими популяциями этих видов, обитающих на юге Западной Сибири [5].

По сравнению с популяциями подтаежной подзоны популяции мелких млекопитающих Ишимского района характеризуются меньшими значениями генетического разнообразия. Это может быть обусловлено влиянием активного сельскохозяйственного освоения земель и свидетельствует о снижении генетической изменчивости изученных популяций.

Наиболее уязвимыми на изученной территории являются популяции малой лесной мыши и обыкновенной бурозубки, имеющие небольшой запас генетической

изменчивости. В то же время состояние популяций красной полевки и полевой мыши можно оценить как удовлетворительное, хотя и у них адаптивный потенциал снижен по сравнению с популяциями подтаежной подзоны. Таким образом, сельскохозяйственное освоение земель в Ишимском районе оказывает влияние на состояние популяций мелких млекопитающих.

#### Литература

1. Yeh, F.C. POPGENE. Version 1.31. [Электронный ресурс] / F.C. Yeh, R. Yang, T. Boyle. – Univ. Alberta and Centre Int. Forestry Res. – 1999. Режим доступа: <http://www.ualberta.ca/~fyeh/download.htm>.
2. Горбачева, Е.В. Аллозимный полиморфизм трех видов мелких млекопитающих Ишимского района / Е.В. Горбачева // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции 31 марта 2015 г.: в 6 ч. Часть I. / Под общ. ред. М.Г. Петровой. – Белгород: ИП Петрова М.Г., 2015. – С. 51–53.
3. Жигилева, О.Н. Аллозимная изменчивость обыкновенной бурозубки *Sorex araneus* Западной Сибири / О.Н. Жигилева, З.В. Шейкина, Н.А. Малкова // Сибирский экологический журнал. – 2013. – № 6. – С. 795–801.
4. Жигилева, О.Н. Уровни генетической изменчивости и зараженности гельминтами в популяциях мелких млекопитающих / О.Н. Жигилева // Вестник Тюменского государственного университета. – 2003. – № 2. – С. 29–32.
5. Жигилева, О.Н. Аллозимная изменчивость и генетическая структура популяций мышей *Apodemus agrarius*, *Mus musculus*, *Sylvemus uralensis* (Rodentia, Muridae) Западной Сибири / О.Н. Жигилева // Генетика. – 2014. – Т. 50, № 8. – С. 950–958.

#### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ТЭЦ-3 И ТЭЦ-5 (Г. ОМСК)

К.А. Губина

Научный руководитель доцент Л.В. Жорняк

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основным отрицательным результатом воздействия человека на природную среду является ее загрязнение, выражающееся в привнесении во все ее компоненты загрязняющих веществ, в результате чего происходит превышение их естественного уровня в компонентах и возникновение негативных последствий, как для человека, так и для окружающей среды в целом.

При этом наиболее интенсивному воздействию подвергается почвенный покров. Почва обладает способностью накапливать загрязняющие вещества весьма опасные для здоровья человека и представляет собой депонирующую среду, несущую в себе долговременную информацию о техногенном воздействии.

В г. Омске на состояние окружающей среды оказывают влияние различные промышленные производства, включая преимущественно экологически опасные. Одними из существенных предприятий - загрязнителей города в топливно-энергетической отрасли являются ТЭЦ-3 и ТЭЦ-5.

Омская ТЭЦ-3 введена в эксплуатацию в 1954 году, является источником энергоснабжения крупных промышленных предприятий нефтехимического



комплекса, а также жилищно-коммунального сектора. Основное топливо: природный газ, резервное – мазут.

Омская ТЭЦ-5 введена в эксплуатацию в 1980 году, самая мощная станция энергосистемы. Основное и резервное топливо: экибастузский каменный уголь, природный газ, растопочное - мазут.

Ранее проведенные исследования почв на территории города свидетельствуют о наличии повышенных концентраций ряда химических элементов (хром, кобальт, мышьяк, медь, цинк, ванадий и железо) [1].

В связи с отсутствием современной информации о геохимических особенностях почв в районах рассматриваемых предприятий ТЭЦ-3 и ТЭЦ-5 были отобраны 12 проб почв, а также 5 проб почв на фоновой территории.

Пробы почв отбирались летом 2014 г. (июнь-июль) с помощью лопатки методом конверта в поверхностном слое (на глубине от 0 до 10 см), так как в нем происходит максимальное накопление продуктов техногенеза.

Аналитические исследования микроэлементного состава почв выполнялись методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой в научно-аналитическом центре (НАЦ) ТПУ (заведующий лабораторией Тарбоков В.А., аналитик Костикова Л.А.) и атомно-абсорбционным методом «пиролиза» на базе учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии.

В результате были определены содержания различных элементов в почвах исследуемых районов города и выявлен ряд геохимических особенностей.

При сопоставлении полученных концентраций химических элементов в почвах со средними содержаниями по г. Омску, по результатам исследований Трошиной Е.Н., были выявлены превышения: в районе расположения ТЭЦ-3: Ni в 9 раз, Cr в 2 раза, Zn в 1,5 раза, As в 3 раза; в районе расположения ТЭЦ-5: Zn в 2 раза.

В результате сопоставления полученных средних значений содержаний элементов в почвах в районах расположения исследуемых промышленных предприятий с фоновыми концентрациями г. Омска, выявлено: 1) в районе расположения ТЭЦ-3 превышение относительно фона по Na, Mg, Si, Al, K, Ca, Cr, Ni, Zn, Sr, Ba, Pb; 2) в районе расположения ТЭЦ-5 – по Na, Mg, Al, K, P, Ca, Sr, Ba, Pb.

Сопоставив полученные концентрации химических элементов в почвах районов ТЭЦ-3 и ТЭЦ-5 с концентрациями, характерными для почв района расположения Томской ГРЭС-2, по данным исследований Жорняк Л.В. [2], отмечаются более высокие уровни накопления Mg, Cr, Co, Cu, Ni, As, Sr, Zr в районе расположения ТЭЦ-3; Co, Sr и Zr – в районе ТЭЦ-5.

Содержание Zn, Co, As, Cr в почвах исследуемых территорий выше нормативных значений ПДК.

Превышение кларка в земной коре (по Тейлору) в районе расположения ТЭЦ-3 отмечается по следующим элементам: Li, Cr, Ni, Zn, As, Mo, Pb; в районе расположения ТЭЦ-5: Li, P, Zn, As, Pb.

Вблизи ТЭЦ-5 в исследуемых пробах превышение содержания Hg относительно фоновой концентрации составляет от 1,5 до 13 раз, однако превышения ПДК не установлено. Это можно объяснить тем, что в качестве топлива используется экибастузский уголь, а ртуть является естественным компонентом угля и присутствует в нем по большей части в виде сернистых соединений.

По рассчитанным коэффициентам концентраций в почвах сформированы ассоциативные геохимические ряды, позволяющие выявить геохимические

аномалии на исследуемых участках, а также рассчитан суммарный показатель загрязнения (таблица 1).

Таблица 1

Ассоциации химических элементов в почвах в районах расположения промышленных предприятий ТЭЦ-3, ТЭЦ-5 г. Омска (данные ИСП-АЭС)

Территория	Коэффициент концентрации, ед				СПЗ (степень загрязнения)	
	от 1 до 3	от 3 до 5	от 5 до 10	более 10		
ТЭЦ-3	Hg <sub>2,3</sub> -K <sub>2</sub> -Ba <sub>1,9</sub> - Zn <sub>1,7</sub> -Cr <sub>1,6</sub> -Si <sub>1,1</sub> -Al <sub>1</sub>	Pb <sub>4,5</sub> - Na <sub>3,4</sub>	Mg <sub>7</sub> -Ni <sub>5,7</sub>	Ca <sub>22,5</sub>	44.7	Высокая
ТЭЦ-5	Sr <sub>1,7</sub> -Ba <sub>1,6</sub> -K <sub>1,5</sub> -P <sub>1,4</sub> - Al <sub>1,1</sub> -Zn <sub>1</sub>	Mg <sub>4,5</sub> - Na <sub>4</sub> -Pb <sub>3,6</sub>	Hg <sub>5</sub>	Ca <sub>20</sub>	37.4	Высокая

Выявленные аномалии с высокой и очень высокой степенью загрязнения могут оказывать отрицательное влияние на здоровье населения проживающего в данных районах и привести к увеличению случаев хронических заболеваний, функционально-морфологических отклонений, изменений состояния иммунной системы, поэтому на территории города необходимо постоянно проводить изучение состояния почв и других компонентов природной среды.

#### Литература

1. Трошина Е.Н. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха и почв г. Омска тяжелыми металлами для обоснования мониторинга // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук – Омский государственный педагогический университет – Омск, 2009. – 21 с.
2. Язиков Е. Г., Таловская А. В., Жорняк Л. В. Оценка эколого – геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. Монография. – Томск: Издательство ТПУ, 2010. – 264 с.

### ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ РАДИАЦИОННОГО РИСКА

М.Т. Джамбаев

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние десятилетия делаются смелые попытки изучения элементного состава организма человека и его отдельных органов. Элементный состав крови человека также может использоваться в качестве индикатора условий его проживания. Например, было установлено, что в крови населения проживающего в районах расположения северного промышленного узла Томской области среднее содержание U, ряда редкоземельных, а также других химических элементов выше по сравнению с их содержанием в крови населения проживающего с менее интенсивным техногенезом данной области [1].

Нами, с целью выявления индикаторных элементов был изучен состав крови населения, проживающего на территориях, расположенных на разных зонах радиационного риска бывшего Семипалатинского ядерного полигона [2]. Для исследования были отобраны пробы крови населения, проживающего на

территориях с повышенным (с.Новопокровка), максимальным (с. Зенковка) и минимальным (с. Кокпекты) уровнем радиационного риска. Всего было отобрано 30 проб крови, по 10 в каждом исследуемом населенном пункте (рис.1). При отборе проб, главным критерием был факт проживания респондентов на исследуемой территории не менее 10 лет.



Рисунок 1 – Карта-схема разделения территорий подвергшихся воздействию ядерных испытаний на СИАП по зонам радиационного риска

Элементный состав крови был изучен методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА). Предварительно кровь была высушена при температуре 60 °С и измельчена до порошкообразного состояния. Полученные результаты анализа показали различия в средних содержаниях таких элементов как Ca, Co, Sr, Sb, Ba, Lu, Au, Nd, Yb, U в пробах крови исследуемых территорий.

При сравнении с литературными данными были выявлены превышения Na, Fe, Zn, As, Rb, Sr, Sb, Ba, Th, U в составе проб крови человека села Новопокровка, Ca, Fe, Zn, As, Sr, Sb, Ba, Au, U в составе проб крови села Зенковка. В пробах крови отобранных в населенном пункте Кокпекты такими элементами являются As, Sr, Ba, Th, U [3].

Наиболее ярко различия в накоплении химических элементов отражаются в геохимических рядах, построенных относительно среднего по выборке (табл. 1).

Таблица 1

Геохимические ряды накопления и химических элементов и суммарные показатели загрязнения крови человека сравниваемых территорий

Уровни радиационного риска	Населенный пункт	Геохимические ряды	СПН
Повышенная зона	Новопокровка	Ca <sub>2,2</sub> Yb <sub>2,2</sub> Ta <sub>1,9</sub> Ce <sub>1,8</sub> Lu <sub>1,8</sub> Ba <sub>1,8</sub> Eu <sub>1,7</sub> Sc <sub>1,6</sub> Cs <sub>1,5</sub> Hf <sub>1,3</sub> Th <sub>1,2</sub> Nd <sub>1,2</sub> Na <sub>1,1</sub> Sm <sub>1,1</sub> Zn <sub>1,1</sub> La <sub>1,1</sub> Cr <sub>1,0</sub> Br <sub>1,0</sub> Fe <sub>1,0</sub> Rb <sub>1,0</sub>	Z(СПН,КК≥1)=9,6
Максимальная зона	Зенковка	U <sub>2,4</sub> Au <sub>2,4</sub> Sb <sub>2,1</sub> Co <sub>2,1</sub> Sr <sub>1,9</sub> As <sub>1,4</sub> Br <sub>1,2</sub> Fe <sub>1,0</sub> Cr <sub>1,0</sub> Zn <sub>1,0</sub>	Z(СПН,КК≥1)=7,5
Минимальная зона	Кокпекты	Tb <sub>1,9</sub> Nd <sub>1,3</sub> Ag <sub>1,3</sub> Rb <sub>1,1</sub> Na <sub>1,1</sub> Sm <sub>1,1</sub> Hf <sub>1,1</sub> Th <sub>1,0</sub> La <sub>1,0</sub> Fe <sub>1,0</sub>	Z(СПН,КК≥1)=2,8

Из таблицы видно, что спектр накапливаемых элементов значительно шире в крови человека проживающего в повышенной зоне радиационного риска. Также суммарные показатели накопления (СПН) химических элементов в территориях с повышенным и максимальным уровнем радиационного риска значительно выше по сравнению с этим показателем в территории с минимальным уровнем радиационного риска.

Таким образом, были выявлены индикаторные элементы в составе крови человека, проживающего в территориях, с различным уровнем радиационного риска. При сравнительном анализе в пробах крови человека всех рассматриваемых территорий содержания Sr, Ba, U превышали литературные данные, что может указывать на общую специфику исследуемого района. Среднее содержание Th превышало литературные данные в пробах крови отобранных в территориях с максимальным и минимальным уровнем радиационного риска. Максимально широкий спектр геохимических рядов накопления, а также суммарные показатели накопления химических элементов с коэффициентами концентрации  $KK \geq 1$  соответствует повышенной зоне радиационного риска.

#### Литература

1. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д-р. биол. наук: 03.02.08 - Экология. Томск, 2011. 46 с.
2. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. Вып.2, изд.2. Сборник трудов института радиационной безопасности и экологии за 2007-2009 гг, Павлодар 2010.
3. Кист А.А. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии / А.А. Кист. – Ташкент: ФАН, 1987. – 235 с.

#### ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ Г. УСТЬ –КАМЕНОГОРСК

**В.Д. Доронина**

Научные руководители доцент Н.А. Осипова, ст. преподаватель Е.Е. Ляпина  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ртуть – один из приоритетных элементов – токсикантов в биосфере, относящийся к первому классу опасности [1]. Главным природным источником его поступления в окружающую среду являются естественная дегазация ртутьсодержащих минеральных пород и вулканическая деятельность.

Усть-Каменогорск характеризуется наличием большого числа источников техногенных загрязнений, среди которых можно выделить промышленные предприятия, транспорт, сельхозпредприятия, автозаправки, предприятия пищевой отрасли, частный жилой сектор, свалки твердых бытовых отходов. Основное воздействие на окружающую среду оказывают промышленные предприятия и транспорт. Анализ ранее проведенных работ по изучению техногенного загрязнения почв г. Усть-Каменогорска показывает, что многолетняя деятельность промышленных предприятий отрицательно сказалась на экологическом состоянии города. На обследованной территории – свыше 260 кв. км, включающей селитебно-промышленную зону, ближние пригороды и окраины областного центра, все компоненты окружающей среды загрязнены в той или иной степени тяжелыми металлами.

Целью данной работы является рассмотрение форм нахождения ртути в почвах г. Усть – Каменогорск. Объектами исследования стали почвы, отобранные на территории города, а именно в районе аэропорта, в районе Защиты, а также в районе северо-восточной промышленной зоны.

Определение ртути в пробах проводили на атомно-абсорбционном спектрометре РА-915<sup>+</sup> с зеемановской коррекцией. Пробы почв анализировались с помощью пиролитической приставки ПИРО-915 (метод пиролиза; предел обнаружения ртути - 5 мкг/кг), жидкие фракции - с помощью приставки РП-91 (метод «холодного пара»; предел обнаружения ртути - 0,005 мкг/дм<sup>3</sup>).

В ходе работы последовательно было получено 5 фракций, отражающих формы нахождения ртути в почве[2,3] (табл. 1).

Таблица 1

*Характеристика извлекаемых соединений ртути различными экстрагентами*

Фракция	Экстрагент	Характеристика извлекаемых соединений ртути	Типичные растворимые соединения
1	Дистиллированная вода	Водорастворимые	HgCl <sub>2</sub>
2	0,1 М СН <sub>3</sub> СООН + 0,01 М НСl, рН 2	Кислорастворимые	HgO, HgSO <sub>4</sub>
3	1 М NaOH	Органокомплексы	Гуматы Hg, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , (СН <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Hg
4	12 М HNO <sub>3</sub>	Прочносвязанные	В решетке минералов-носителей, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , HgO
6	Царская водка	Сульфиды	HgS, HgSe

В таблице 2 представлены валовые содержания Hg в почвах города Усть – Каменогорска и их окрестностей. Концентрация Hg в почвах Усть- Каменогорска не превышает предельно допустимых концентраций, принятых для содержания ртути в почвах РФ (2100 нг/г).

Таблица 2

*Концентрация ртути в почвах Усть-Каменогорска (нг/г)*

Место отбора	Минимальное	Максимальное	Среднее
Район аэропорта 1	25	26	25
Район аэропорта 2	44	60	52
Район защиты 1	43	43	43
Район защиты 2	64	69	67
Северо-восточнее пром. предприятия	161	167	164

Все изученные пробы характеризуются различным соотношением фракций, однако вклад органической составляющей (органокомплексы, фракция 3) наибольший, от 28 до 56%, во всех пробах. По мнению ряда авторов, такое наблюдается, когда в почвах достаточно микроорганизмов, переводящие



минеральные формы Hg в органические. Органические формы ртути активно накапливаются живыми организмами.

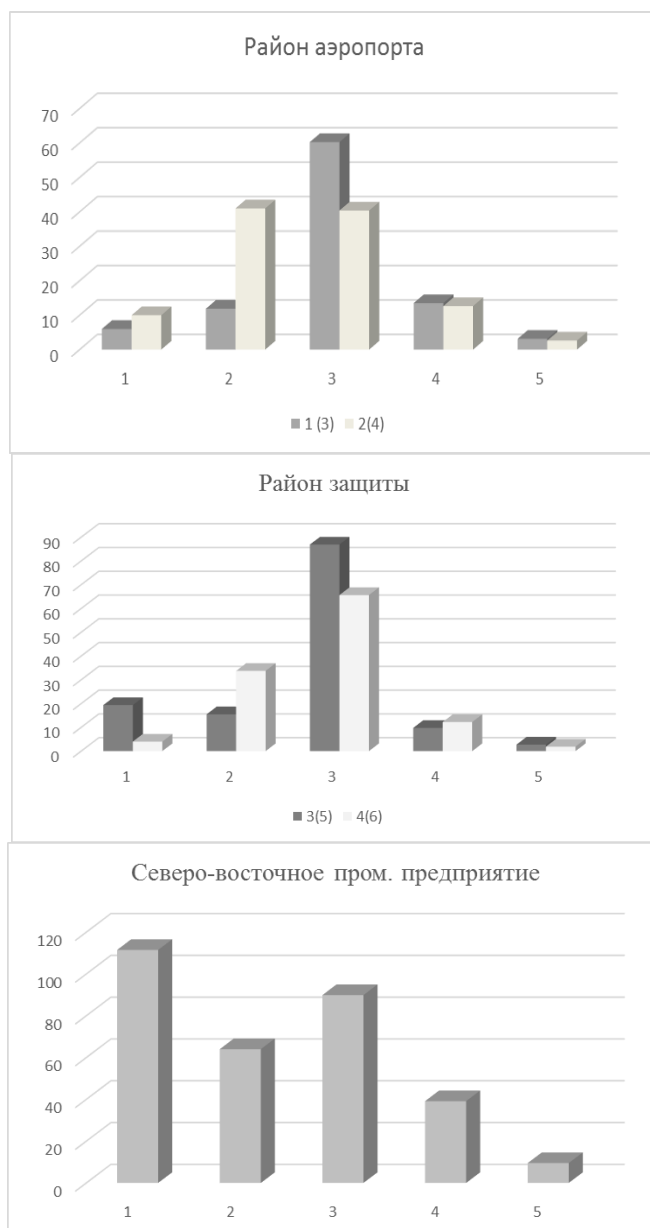


Рисунок 1 – Содержание ртути в различных фракциях: 1- H<sub>2</sub>O – вода, 2- слабокислая - 0,1 М СН<sub>3</sub>СООН + 0,01 М НСl, рН 2, 3 – щелочи - 1 М NaOH, 4 – кислота - 12 М HNO<sub>3</sub>, 5 – царская водка.

В пробах, удаленных от Ульбинского металлургического комбината, содержание органической фракции составляет 37% - 66%, а в точке, максимально приближенной к Ульбинскому комбинату, падает до 28 %. Это может объясняться тем, что в почвах, подверженных антропогенному влиянию, замедляется жизнедеятельность микроорганизмов. Т.е. в загрязненных почвах уменьшается содержание органической фракции. Пробы 1,3,4 характеризуются близким соотношением различных форм связанной ртути - 2:4:15:2:0,5. Это может указывать на то, что пробы взяты на территориях, которые схожи по территориальным

условиям и антропогенным воздействиям. Однако такого количества проб явно недостаточно, чтобы делать какие-то обобщения. Проба 2 отличается от остальных проб высоким (до 38%) содержанием кислоторастворимой фракции. Это может быть связано с геохимическими особенностями почв либо локальным источником воздействия. В пробе, максимально приближенной к Ульбинскому металлургическому комбинату, содержание водорастворимой фракции наибольшее из всех изученных проб и составляет 35.5 %. Содержание водорастворимой фракции как правило, отражает степень загрязнения почв. Эта пробы характеризуется иным соотношением различных форм ртути, что также говорит о вкладе антропогенного фактора.

Таким образом, формы нахождения ртути в почвах зависит от техногенного воздействия предприятий и от геохимических особенностей самих почв, при этом важная роль принадлежит слабосвязанным и органическим формам.

#### Литература

1. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения – М. Госстандарт – 1983г.
2. Гордеева, О. Н. Формы нахождения ртути в почвах природно-техногенных ландшафтов Приангарья [Электронный ресурс] / Гордеева О. Н., Белоголова Г. А., Рязанцева О. С. // Современные проблемы геохимии : материалы конф. молодых ученых 12-17 сентября 2011 г. – Иркутск: Институт геохимии СО РАН. – Режим доступа: <http://www.igc.irk.ru/Molod-konf/offline-2011/youngconf-2011/ru/reportview/49348.html>.
3. Bloom N.S., Preus E, Katon J, Hiltner M. Selective extractions to assess the biogeochemically relevant fractionation of inorganic mercury in sediments and soils.// *Anal Chim. Acta.* - 2003.- V 479.- N.2.- P. 233-248

#### **СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ И ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ РЕЧНОГО ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS* КАК ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ НАДЫМСКОГО РАЙОНА**

**А.Г. Егорова**

Научный руководитель доцент О.Н. Жигилева  
*Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия*

Интенсивное освоение территорий Надымского района напрямую связано с основной промышленной отраслью Западно-Сибирского региона – газодобывающей. Территория Надымского района обладает густой сетью рек, основной из которых является река Надым. Эту реку по дну пересекает 17 веток магистральных газопроводов [1]. Техногенные воздействия при прокладке газопровода носят импульсный (разовый) характер, но со временем, при эксплуатации газопровода, последствия начинают накапливаться и приводить к изменению параметров экосистем, что в конечном итоге ведет к потере биологического разнообразия. Нарастающие масштабы загрязнения водоемов различными техногенными соединениями, низкая интенсивность биогеохимических процессов, понижение скорости процессов самоочищения и самовосстановления являются причиной поиска критериев в оценке их состояния. Состояние наиболее массовых (фоновых) видов живых организмов, обитающих в определенной среде, указывает на степень отклонения ее состояния от нормы. Стабильность развития

живых организмов является важным показателем состояния природных популяций и дает возможность оценить уровень антропогенной нагрузки. Изменения состояния водных экосистем могут оказывать влияние на жизнедеятельность и морфологию рыб [5]. В качестве индикаторного вида может быть использован речной окунь, который является массовым и широко распространенным видом, населяющим большинство озер и рек на территории Ямало-Ненецкого автономного округа.

Цель работы – комплексная оценка состояния популяций речного окуня *Perca fluviatilis* L. в водоемах Надымского района. Комплексное изучение речного окуня в водоемах Надымского района позволяет выявить реакцию рыб на изменения окружающей среды и дать оценку экологического благополучия среды обитания.

Отлов окуня производился в период с 21 июля по 21 августа 2014 г. в двух водоемах города Надым: реке Надым и озере Янтарное. Первое место отлова – р. Надым, вблизи выхода слива сточной воды из коллектора канализационных очистных сооружений (КОС) г. Надыма. Второе место отлова – озеро Янтарное, в месте сброса сточных вод Надымского водозабора. Озеро Янтарное характеризуется незначительным превышением допустимых концентраций окисляемости ( $9,44 \text{ мг/дм}^3$ ) и общего железа ( $1,51 \text{ мг/дм}^3$ ). Проба воды из реки Надым не соответствует требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 по окисляемости ( $8,16 \text{ мг/дм}^3$ ), марганцу ( $0,13 \text{ мг/дм}^3$ ) и общему железу ( $2,43 \text{ мг/дм}^3$ ), (данные получены от филиала ОБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЯНАО в г. Надым»)

Всего было поймано 80 особей окуня: по 40 из каждого водоема. В работе использовали классические методы исследования морфологии рыб и определения их возраста [3].

По возрастному составу выборки окуня из р. Надым и оз. Янтарное не различались, в обоих водоемах встречались особи пяти возрастных групп, преобладали окуни в возрасте 2+ и 3+. В обоих водоемах преобладали самки в соотношении 1,7:1 и 1,4:1 в реке и озере, соответственно. Выявлено, что особи из р. Надым возраста 2+, в среднем крупнее, чем в оз. Янтарное, по 8 показателям, а в возрасте 3+ – по 10 показателям из 13. Это свидетельствует о более благоприятных условиях обитания рыб в реке.

Для оценки уровня стабильности развития были использованы 5 признаков: число чешуй в боковой линии, число лучей в брюшных плавниках (V), число лучей в межжаберной перегородке, число жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге, число лучей в грудных плавниках.

Рассматривая данные признаки отдельно, можно проследить закономерность, что наиболее стабильным признаком является количество лучей в брюшных плавниках – у всех особей из двух исследуемых водоемов асимметрия не наблюдалась. Наиболее вариabельным признаком является число чешуй в боковой линии. В реке Надым данный показатель составил 67,5% асимметричных рыб по данному признаку, а в озере Янтарное 70%.

В ходе исследования флуктуирующей асимметрии было выявлено, что степень асимметричного проявления на признак у окуня в р. Надым составляет 0,435, а в оз. Янтарное – 0,430. По полученным данным качество среды оценивается как существенное (значительное) отклонение от нормы [2].

Для анализа фенотипического разнообразия окуня по окрасочным морфам, нами была предложена классификация сочетаний разных типов полос на теле окуня. Данные свидетельствуют о преобладании типа IV в реке Надым и типа IV в озере Янтарное. Также была использована классификация сочетаний разных типов полос на теле окуня П. Ханела [4]. Фенотипическое разнообразие окуня водоемов

Надымского района достаточно высокое. Всего выявлено 12 типов окраски (А, В, С, D, E, G, H, K, M, P, S, U). И в реке, и в озере встретились по 10 типов. В реке отсутствовали типы P и U, в озере – С и E. В р. Надым преобладают типы А (17%) и В (31%), в оз. Янтарное – тип S (25%).

Таким образом, состояние популяций окуня можно оценить как удовлетворительное, а состояние исследованных водоемов Надыма – как существенное отклонение от нормы. Окунь – экологически пластичный вид, способный обитать в водоемах со значительным уровнем загрязнения.

#### Литература

1. Администрация МО «Надымский район» [Электронный ресурс] / разработка А. Ибрагимов. Режим доступа: <http://nadymregion.ru>, свободный (дата обращения 20 октября 2015).
2. Оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур: Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ. – М.: Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Государственная служба охраны окружающей среды (Росэкология), 2003. – 25 с.
3. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 377 с.
4. Hanel, L. The variability of the coloration in the perch (*Perca fluviatilis*, Pisces, Perciformes) from the riverine lake Slapy (Central Bohemia) // Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovacae. – 1990. – Vol. 54. – P. 161-163.
5. Moiseenko, T.I. Fish ecology change under long-term toxic impacts: A review / T.I. Moiseenko, A.V. Elifanov, O.N. Zhigileva // Current Trends in Ecology. – 2011. – Vol. 2. – P. 83–95.

#### УРАН В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

**М.И. Донченко, А.С. Еремеева**

Научный руководитель старший преподаватель А.Ю. Иванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ураноносность донных отложений определяется комплексом прямо или косвенно взаимосвязанных факторов и предпосылок, реальных на профиле водосборная площадь – река – побережье – пелагиаль: наличием питающей провинции и водного стока; геоморфологическими и гидрогеологическими, климатическими; литофациальными; геохимическими условиями. Последние являются наиболее многообразными и показательными при своего рода универсальности окислительно - восстановительных и сорбционных геохимических барьеров[4].

Изучение большого количества литературы, которая касается содержания урана в донных отложениях, дает нам возможность более полное и всестороннее понимание роли осадочного геохимического цикла урана в эволюции образования урана[1].

Существует много классификаций донных отложений водоемов, основанных на различных факторах, регулирующих различные процессы и определяющих качественную и количественную стороны накопления отложений. Актуальной

научной проблемой современности является изучение процессов, происходящих в результате широкого антропогенного воздействия на озера и их экосистемы.

Такую работу не так давно провел автор статьи «Уран и торий в донных отложениях непроточных водоемов юга Томской области» Иванов А. Ю.

Исследуемые им озера находятся на территории Томской области, в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, почти в центре России примерно на равном расстоянии от западной и восточной ее границ.

В Томской области насчитывает 12900 озёр суммарной площадью 4451 км<sup>2</sup> [3]. 35 озёр имеют площадь более 5 км<sup>2</sup>. Многие из них расположены в поймах рек. Некоторые озёра объявлены памятниками природы. В ряде озёр имеются значительные запасы сапропелей.

Опробование донных отложений в 2001–2003 гг. выполнялось В.С. Архиповым и В.К. Бернатонисом, а в 2005–2015 гг. – Ивановым А. Ю. Для количественного определения U в донных отложениях применялись современные ядерно-физические методы анализа. В качестве основного метода использовался многоэлементный инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИННА), выполненный в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

Иванов А. Ю. в процессе своей работы изучил 42 озера Томского района, 50 озер Кожевниковского, 59 озер Кривошеинского, 40 озер Зырянского района, 68 озер Асиновского, 24 озера Шегарского и 6 озер Бакчарского районов. Всего изучено 449 пробы из 289 водоемов. Результаты работы представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Содержание U в донных отложениях озер Томской области, г/т

Регион (район, объект) исследования	Томская область, в том числе районы:	Томский	Кожевниковский	Бакчарский	Шегарский	Зырянский	Асиновский	Кривошеинский
Кол-во водоемов	289	42	50	6	24	40	68	59
Содержание урана	3,3 <sub>-0,5</sub>	3,7 <sub>+0,5</sub>	5,0 <sub>+0,5</sub>	0,9 <sub>+0,5</sub>	4,1 <sub>+0,5</sub>	3,1 <sub>+0,5</sub>	3,5 <sub>+0,5</sub>	3,1 <sub>+0,5</sub>

Примечания: ± – ошибка определения среднего; в знаменателе – min и max значения.

На карте юга Томской области содержание урана в донных отложениях распределяется следующим образом (рис.1).



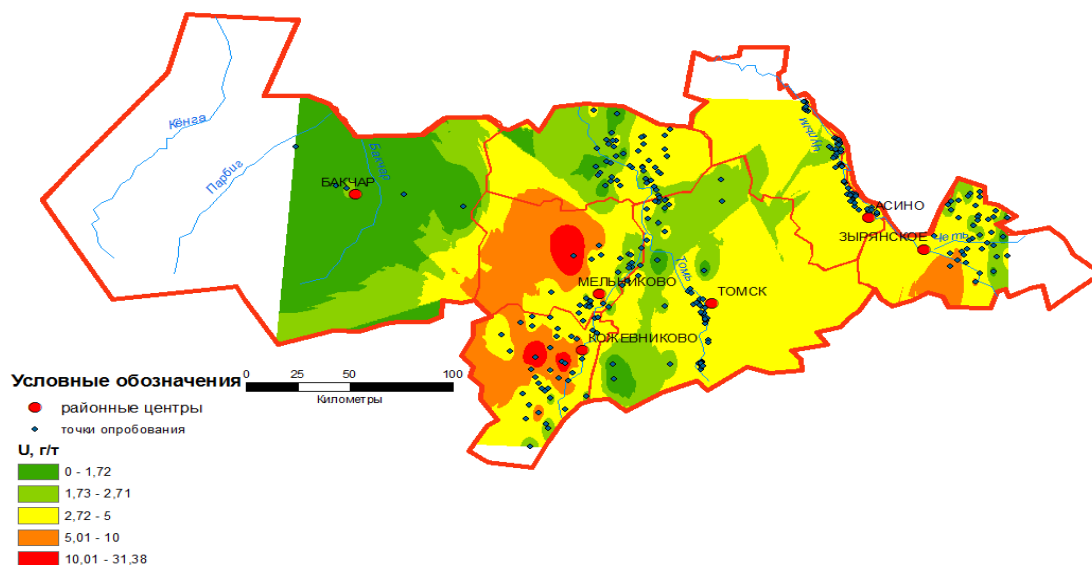


Рисунок 1 – Схематическая карта содержания урана (г/т) в донных отложениях слабопроточных водоемов юга Томской области

По уровням накопления радиоактивных элементов донные отложения водоемов Томской области близки к отложениям Байкальского региона, Алтайского края и Республики Алтай, отличаясь несколько повышенным средним содержанием урана. По содержанию урана они существенно отличаются от отложений озер Республики Тыва, Республики Саха и Ямало-Ненецкого автономного округа. Количество содержания урана в донных отложениях озер в этих регионах представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание U в донных отложениях озер сопредельных регионов Томской области, г/т

Регион (район, объект) исследования	Экорегон Байкал	Республика Тыва	Ямало-Ненецкий автономный округ	Республика Саха	Алтайский край	Республика Алтай
Уран	3,1±0,5	1,6±0,5	1,1±0,5	1,6±0,5	2,7±0,5	2,7±0,5

Донные отложения озерных водоемов Томской области отличаются повышенным в 1,6 раза, по сравнению с другими регионами Сибири содержанием урана [2].

#### Литература

1. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины (Отв. ред. Белевцев Я.Н., Коваль В.Б.) - Киев: Наук. думка, 1995. - 196 с.
2. Иванов А.Ю. Уран и торий в донных отложениях непроточных водоемов юга Томской области // Известия Томского политехнического университета, 2011. - т. 318, - № 1 - с. 159-165.

3. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиозкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
4. Нечаев С. В., Факторы ураноносности донных отложений украинской части черного моря// Геология и полезные ископаемые мирового океана, 2012. - С. 25 - 39.

**ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОДЫ РУЧЬЯ КАРАБУЛАК (ПЛОЩАДКА «ДЕГЕЛЕН» БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА)**

**Г.М. Есильканов<sup>1,2</sup>; Н.Ж. Мухамедияров<sup>2</sup>**

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов<sup>1</sup>, М.Т. Койгельдинова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» НЯЦ РК, г. Курчатов, Казахстан*

Проблема оценки отдаленных последствий ядерных испытаний на окружающую среду и здоровье населения сохраняет свою актуальность. Требуется всестороннее изучение влияния проведенных испытаний на окружающую среду и на население, в том числе и нерадиационного.

Для испытательной площадки подземных ядерных взрывов (ПЯВ) «Дегелен», расположенной в одноименном горном массиве, остается актуальной не только проблема миграции радионуклидов, но и высокие содержания токсичных элементов, которые могут оказывать от действие на биоту и человека. Горные ручьи могут быть потенциальными источниками выноса элементов-токсикантов на значительные расстояния от горного массива и наряду с радионуклидами повышать риск отрицательного влияния на объекты окружающей среды [3].

В данной работе рассматривается ручей Карабулак, располагающийся в пределах горного массива «Дегелен», он имеет 4 притока и характеризуется непостоянным водотоком с частыми участками пересыхания. Долина ручья вытянута в северо-восточном направлении. Русло ручья прослеживается на расстоянии до 40 км от горного массива [3].

Отбор воды проводился по стандартным методикам в июле 2013 и 2014 года [1]. Всего отобрано 42 пробы воды, где наряду с общехимическими показателями (содержание основных катионов и анионов, минерализация) определяли содержание 25 элементов (Mn, Be Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, U, Fe, B, V, As, Sr, Cd, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Ti, Zr, Nb, Mo, W) с использованием методов ICP-MS. Измерения проводились в Филиале «Институт радиационной безопасности и экологии» г. Курчатов. Статистическая обработка материала проводилась с помощью программ MS Excel 2010 и Statistica 10.

Общехимические параметры воды дают информацию о характере геохимических процессов, протекающих в данном водотоке. По значению рН вода ручья Карабулак изменяется от нейтральной (6,4) до слабощелочной (8,2). В истоках вода являлась пресной, общая минерализация не превышала 480 мг/л. В участках вниз по течению ручья вода относилась к группе солоноватых вод. По классификации О.А. Алекина вода в верховьях ручья относится к водам сульфатного класса, кальциевой группы, в нижнем течении преобладают ионы натрия и калия, что указывает на влияние фактора испарения на общий химический состав воды [2].

Вода в притоках ручья имела невысокие концентрации химических элементов в сравнении с основным руслом за исключением таких элементов как Be, Mo, Mn и Fe. Вода, отобранная в низовьях Карабулака, имела повышенные

концентрации урана. Причиной такого распределения может быть наличие пересохших участков ручья в основном русле, где в ходе испарительных процессов происходило концентрирование элементов, что подтверждается и закономерным изменением основных компонентов химического состава.

Превышения ПДК по [4] в воде обнаружены для Mn (1,4-4,7 раз), Be (1,5-16 раз), U (1,5-18 раз), Fe (1,4-5 раз), Cd (1,7-7,6 раз) и Mo (1,6-35 раз).

Для получения информации о геохимическом отличии воды р. Карабулак от среднего содержания в речных водах был построен график сравнения (рис. 1).

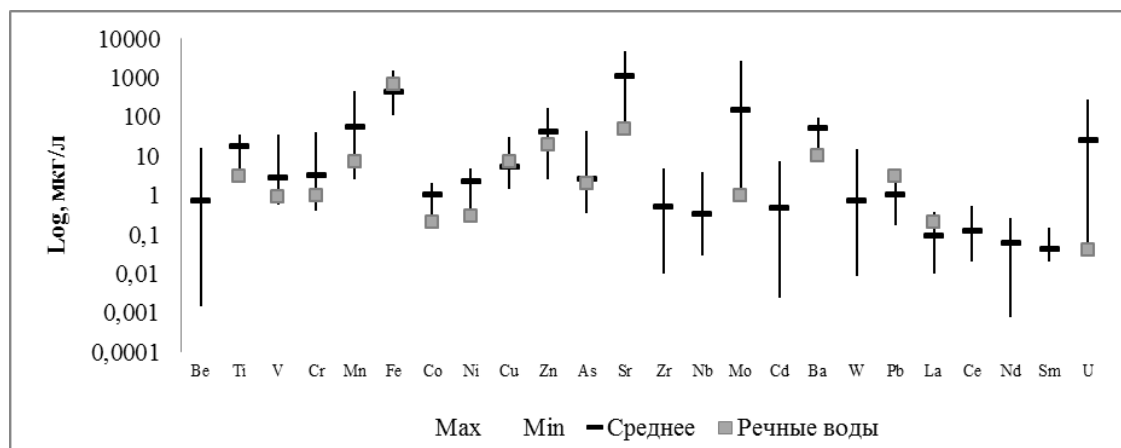


Рисунок 1 – Интервал разброса и среднее содержание химических элементов в воде ручья Карабулак в сравнении со средним содержанием в речной воде [5]

Вода р. Карабулак по сравнению с кларком речных вод обогащена Cr, Co, Ni, Zn, U, V, Sr, Ba, Ti и Mo. Это может быть обусловлено расположением водотока в гранитном массиве, что способствует обогащению воды данными элементами.

Повышение концентраций элементов в воде могут быть связаны с природными процессами выщелачивания элементов при инфильтрации через породы, нарушенными вследствие проведения ПЯВ. Кроме того, влияние аридного климата усиливает процессы концентрирования химических элементов в воде.

#### Литература

1. ГОСТ 17.1.5.05-85 «Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» /Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды
2. Никаноров А. М. Гидрохимия: Учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. —СПб: Гидрометеоиздат, 2001. — 444 с.
3. Паницкий А.В. и др. Характерные особенности радиоактивного загрязнения компонентов природной среды экосистем водотоков штолен горного массива Дегелен// Сборник трудов ИРБЭ за 2007 – 2009 гг. / под рук. С.Н. Лукашенко – Вып. 2. – Павлодар. – 2010. – С. 103-156.
4. Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, хозяйственно-питьевому водоснабжению, местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов № 554, – СанПиН 28.07.10. – Астана, 2010.
5. Livingstone D. A. Chemical composition of rivers and lakes, // Geol. Surv. Prof. Papers. 1963.– N 440-G.

**РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПОВЫШЕННОЙ  
ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТЬЮ ПОЧВ, НА ПРИМЕРЕ ПРОВИНЦИИ  
ГУАНДУН (КИТАЙ).**

**А.Н. Злобина**

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, профессор Нанпинг Ван  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*  
*Китайский университет геонаук, гю Пекин, Китай*

На земном шаре существует несколько регионов с высоким содержанием естественных радиоактивных элементов в почвах. Примером могут служить почвы района Посус-ди-Калдас штата Минас-Жерайс в Бразилии, почвы острова Ньюе а также почвы из южно- китайской провинции Гуандун [2].

Мощность поглощенной дозы ( $\text{нГр/ч}^{-1}$ ) в районах с высокой радиоактивностью в почвах представлена на сравнительной диаграмме (рис.1).

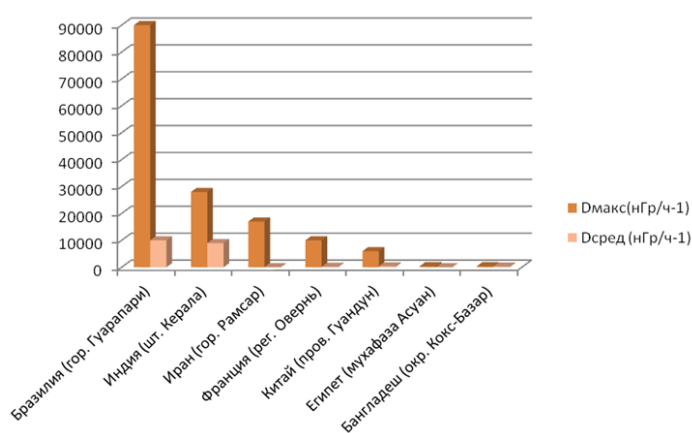


Рисунок 1 – Мощность поглощенной дозы ( $\text{нГр/ч}^{-1}$ ) в районах с высокой радиоактивностью в почвах

В результате минералогических и геохимических исследований почв провинции Гуандун (Китай) нами были получены следующие результаты: предварительный гамма-спектрометрический анализ китайской почвы (проба почвы весом 238 г) показал, что она характеризуется ториевой природой радиоактивности ( $\text{Th} - 190 \text{ Бк/кг}$ ;  $\text{U}$  (по  $\text{Ra}$ ) –  $120 \text{ Бк/кг}$ ;  $\text{K}^{40} - 150 \text{ Бк/кг}$ ). После разделения почв на фракции был проведен метод ИНАА, который показал, что основная концентрация радиоактивных элементов и редких земель отмечается в тонкой песковой ( $<0,04$ ) и глинистой ( $<0,01$ ) фракциях.

Глинистая фракция почвы провинции Гуандун также была подвержена электронно-микроскопическому анализу, по данным которого во фракции были выявлены фосфаты тяжелых и легких редких земель, минералы монацита, а также торит и редкоземельная цериевая фаза с торием.

Было выявлено накопление редкоземельных и радиоактивных элементов в тонких фракциях, это объясняется аккумуляцией элементов новообразованными тонкодисперсными, в особенности глинистыми минералами, являющаяся типичным ионообменным процессом. В ионном обмене могут участвовать как изоморфные, так и сорбированные ионы [1].

В данном случае работает сорбционный механизм концентрирования  $\text{U}$ ,  $\text{Th}$ , редких земель на каолинит-гипсовом коллоидном агрегате.

Повышенное содержание радиоактивных элементов в почвах и в почвообразующих породах влечет за собой высокие концентрации радона, и соответственно, радиоэкологические проблемы. Повышенное содержание радона в жилых домах опасно для здоровья людей.

Радон в на территории провинции Гуандун также имеет высокие концентрации в почвенном воздухе ( $^{222}\text{Rn}$  - до 1199 кБк/м<sup>3</sup>,  $^{220}\text{Rn}$  - до 400 кБк/м<sup>3</sup>) это показано на рисунке 2. Повышенные концентрации радона отмечаются на обнажениях выветрелых гранитов [5].

Isotope	Soil type	Number of samples	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
$^{222}\text{Rn}$	WG	35	140.47	201.78	19.99	1199.24
	QS	12	37.50	49.86	3.27	187.05
	Others	20	67.57	46.26	0.74	157.45
$^{220}\text{Rn}$	WG	35	294.42	81.36	140.13	461.32
	QS	12	23.30	25.84	6.65	90.50
	Others	20	74.77	76.35	0.02	235.03
$^{222}\text{Rn}$		67	100.41	154.64	0.74	1199.24
$^{220}\text{Rn}$		67	180.29	141.29	0.02	461.32
$^{232}\text{Th}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )		121	147.31	77.18	18.96	299.2

QS, Quaternary sedimentary; WG, weathered granite.

Рисунок 2 – Содержание  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$  в почвенном воздухе в кБк/м<sup>3</sup> [5]

Китайскими коллегами из КГУ (профессор Нанпинг Ван) были проведены исследования радиоационной обстановки в провинции Гуандун (в городах Чжухай и Шеньжень). По результатам исследований китайские ученые отмечают повышенный уровень радиоактивности на исследуемой территории.

Среднее значение поглощенной дозы составляет 178,2 нГр/ч [6], это больше, чем рекомендуемое среднее значение 80 нГр/ч по UNSCEAR (1993). Также отмечаются значения мощности поглощенной дозы превышающие 200 нГр/ч (рис. 3).

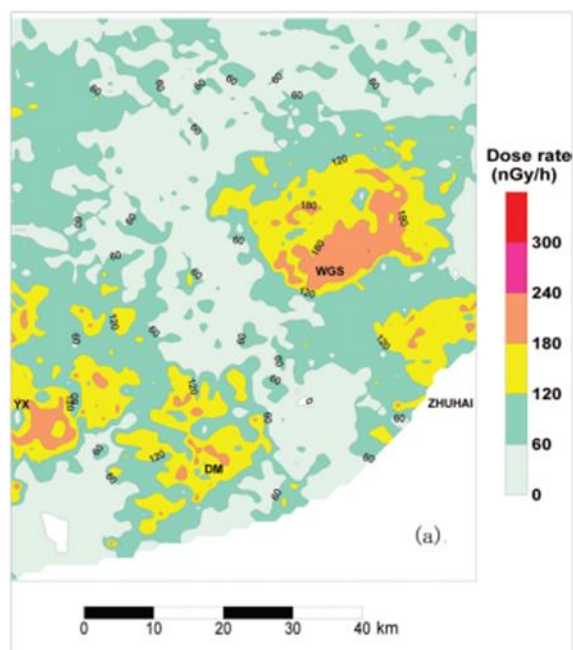


Рисунок 3 – Карта распространения мощности поглощенной дозы (нГр/ч) в районе городского округа Чжухай, провинция Гуандун [6]



По данным Hiroshige Morishima и Таeko Koga доза облучения населения провинции Гуандун, накопленная на душу населения за год составляет 5, 87 мЗв/г. Сравнивая среднемировые значения и значения дозы облучения населения провинции Гуандун можно сделать вывод, суммарная доза облучения превышает среднемировую почти в 2 раза. Учеными отмечается повышенная заболеваемость лейкемией, раком легких и другими сопутствующими заболеваниями [3].

#### Литература

1. Бурков В.В. Литофильные редкие элементы в корках выветривания. – Москва, 1996. – 238с.
2. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиозащиты: учебное пособие. – Томск, 1997. – 384 с.
3. Baozhu Ly and Yongfeng Yan. A study of natural radioactivity levels of soil in the Lincang Basin, Yunnan. Chin.J.Geochem.(2012)31:191–194.
4. Eisenbud Merril. Environmental radioactivity: from natural, industrial and military.–Academic Press,1997.– 656 с.
5. Nanping Wang, A. Peng, L. Xiao. THE LEVEL AND DISTRIBUTION OF  $^{220}\text{Rn}$  CONCENTRATION IN SOIL-GAS IN GUANGDONG PROVINCE, CHINA // Radiation Protection Dosimetry (2012), Vol. 152, No. 1–3, pp. 204–209.
6. Nanping WANG, Lei XIAO, Canping LI, Ying HUANG, Shaoying PEI, Shaomin LIU, Fan XIE & Yexun CHENG. Determination of Radioactivity Level of  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  and  $^{40}\text{K}$  in Surface Medium in Zhuhai City by in-situ Gamma-ray Spectrometry // Journal of Nuclear Science and Technology, 2005, 42:10, 888-896.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА С ПОМОЩЬЮ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

А.А. Исупова

Научный руководитель ассистент А.Р. Ялалтдинова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Загрязнение атмосферного воздуха - серьезная проблема, с которой человек столкнулся относительно недавно. С каждым годом происходит строительство всё увеличивающихся в числе электростанций, шахт, заводов, уменьшаются площади природных ландшафтов, и увеличивается добыча природных ископаемых. В настоящее время все большее количество людей заботит состояние атмосферного воздуха той местности, в которой они проживают. Можно установить степень загрязнения воздуха с помощью биоиндикаторов (биологических объектов, используемых для оценки состояния среды). Было доказано, что чувствительными биоиндикаторами являются лишайники. Биологический метод контроля чистоты воздуха при помощи учета видового разнообразия и обилия лишайников носит название пассивной лишайноиндикации; чаще всего используются эпифитные лишайники, то есть растущие на коре деревьев, как наиболее распространенные и доступные для наблюдения и изучения [3, 4, 6].

Лишайники представляют собой симбиотическую ассоциацию гриба и водорослей, поэтому любое воздействие, которое изменяет баланс взаимодействия между симбионтами, будет влиять на их жизнеспособность. Кроме того, лишайники

поглощают аэрозоли и газы всей поверхностью талломов (тело низших растений, не расчленённое на стебель и листья), что также повышает их чувствительность к загрязнению, а периодически происходящая дегидратация талломов, позволяющая переживать лишайникам периоды засухи, приводит к росту концентрации загрязняющих веществ в талломах до высоких уровней [4, 5, 7].

Изучение эпифитных лишайников выявило ряд общих закономерностей: чем больше индустриализирован город, чем более загрязнен воздух, тем меньше встречается в его границах видов лишайников, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев, тем ниже "жизненность" лишайников [3].

Считается, что наибольшее влияние на жизнедеятельность лишайников оказывают диоксид серы, диоксид азота, фториды, озон, тяжелые металлы. Причем именно диоксид серы определяет распространенность многих эпифитных лишайников [5].

Одним из индустриализированных городов Кузбасса является Междуреченск, где угольная отрасль является градообразующей. В структуре промышленного производства на долю предприятий, осуществляющих добычу полезных ископаемых (в основном, каменный уголь), приходится 90 %. Особенностью города является местоположение в котловине между двух рек [1].

Цель работы: выяснить степень загрязнения атмосферы г.Междуреченска диоксидом серы по обилию эпифитных лишайников.

Были поставлены следующие задачи:

1. Пользуясь информационными источниками, познакомиться с особенностями строения и жизнедеятельности лишайников.

2. Определить пробные площадки для проведения исследования.

3. Выявить степень покрытия стволов деревьев эпифитными лишайниками, используя метод пробных площадок.

4. Проанализировать полученные данные и с помощью них оценить состояние воздушного бассейна города Междуреченск.

Метод исследования: метод пробных площадок, пассивной лишеноиндикации.

Были определены пробные площадки на территории города и его окрестностях, в зависимости от степени урбанизированности. Для того, чтобы вычислить частоту встречаемости жизненных форм лишайников (кустистых, листоватый, накипных) и площадь покрытия лишайниками стволов деревьев, удобно пользоваться деревянной рамкой размером 10\*10, которую прикладывают к стволу дерева. Оценка встречаемости и покрытия дается по 5 бальной шкале. После проведения исследований делается подсчет баллов встречаемости покрытия для каждого типа лишайников: накипных (Н), листовых (Л) и кустистых (К); далее рассчитывается показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА) по формуле:  $OCHA = (H + 2 * L + 3 * K) : 30$

Чем выше показатель ОЧА (ближе к единице), тем чище воздух [2].

Далее, используя полученные показатели ОЧА, сравниваются результаты на разных территориях города и подводятся итоги.

Таблица

Показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА)  
на пробных площадках г.Междуреченска

Территория	Значение ОЧА	Кол-во пробных площадок
Городской парк	0.6	5
Центр города	0.3	3
Городская Дамба	0.53	3
Территория природных ландшафтов	0.7	5
Шахта «Распадская-Коксовая»	0.25	4

Таким образом, состояние воздуха в городе является умеренно загрязненным, содержание диоксида серы находится в пределах нормы. Однако, с каждым годом увеличивается количество диоксида серы (что в основном связано с выбросом от автотранспорта, от предприятий, связанных с добычей угля, котельных городского округа). Увеличение выбросов загрязняющих веществ может привести в будущем к крайне неблагоприятной экологической обстановке, поскольку в городе Междуреченске высокий уровень концентрации угледобывающих предприятий, которые находятся на относительно небольшой площади. Наиболее загрязненный воздух был выявлен в районе шахты «Распадская», на данной территории могут «выжить» преимущественно устойчивые виды лишайников, причем частота их встречаемости невелика. Расположенные рядом с шахтой другие промышленные предприятия, а также активная автомобильная трасса создали неблагоприятные условия для роста и развития лишайников. А наиболее чистый воздух был выявлен на территории городского парка и за пределами города (природные ландшафты), что связано в первую очередь с большей удаленностью от основных источников загрязнения воздуха.

#### Литература

1. Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области. «Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2013 году» [Электронный ресурс]. URL: [http://ecokem.ru/wp-content/uploads/2014/02/doklad\\_2013.pdf](http://ecokem.ru/wp-content/uploads/2014/02/doklad_2013.pdf) (Дата обращения: 10.02.2014)
2. Красуцкий Б.В. Сборник практических заданий по экологии (раздел Прикладная экология): учеб -практ. пособие для студ. географ. и биолог. спец. пед. вузов [Текст] / Б.В. Красуцкий. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2010. – 184 с.
3. Лихеноиндикация: Основные подходы [Электронный ресурс] URL: <http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/02-57/06.html> (Дата обращения: 10.05.2014)
4. Лишайники и их роль, как индикаторов загрязнения [Электронный ресурс] URL : <http://www.hintfox.com/article/lishajniki-i-ih-rol-kak-indikatorov-zagrjaznenija.html>
5. Определение чистоты воздуха по лишайникам [Электронный ресурс]URL: [wiki.irkutsk.ru/index.php/Определение\\_чистоты\\_воздуха\\_по\\_лишайникам](http://wiki.irkutsk.ru/index.php/Определение_чистоты_воздуха_по_лишайникам)
6. Пчелкин А. В., Боголюбов А. С. Методы лихеноиндикации загрязнений окружающей среды: Методическое пособие. – М.: Экосистема, 1997. – 25 с.
7. Трасс Х.Х. Лишайники и их отличие от других растений. В кн.: Жизнь растений: в 5т – т. 3. – М., 1977. – 379 с.

**БИОИНДИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В РАЙОНЕ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ОТХОДОВ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА****Ю.А. Карпенко**

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проблема влияния отходов горнорудной промышленности на окружающую среду и человека продолжает быть одной из актуальнейших в России и зарубежом. Наибольшее влияние оказывают хвостохранилища, в которых складированы значительные объемы отходов с неизлеченными преимущественно сульфидными минералами. В результате процессов гипергенеза сульфиды преобразуются в другие минеральные формы. Содержащиеся в них тяжелые металлы мигрируют в окружающую среду, загрязняя атмосферу, поверхностные и подземные воды, почву, растительность, превышая фоновые и предельно допустимые концентрации [2].

Цель работы заключается в изучении геохимической биоиндикационной роли листьев березы в районе хвостохранилища отходов горнорудного производства.

Территорией исследования являлось хвостохранилище бывшего Комсомольского золотоизвлекательного завода в пос. Комсомольск Кемеровской области. На заводе перерабатывались методом цианирования золото-арсенопирит-кварцевые руды, а также золотосодержащие отходы Кадамжайского сурьмяного комбината (Кыргызстан) и Бериккульской золотоизвлекательной фабрики [1].

Хвостохранилище расположено в естественной котловине в 250-500 м от жилой зоны поселка. Оно занимает площадь 146 тыс. м<sup>2</sup> и объем около 810 тыс. м<sup>2</sup>, содержит примерно 1,1 млн. м<sup>3</sup> складированных отходов и является усыхающим техногенным озером. С юго-западной стороны хвостохранилище ограничено насыпной дамбой. Отходы содержат (первые %) сульфидные минералы: пирит, сфалерит, галенит, пирротин, арсенопирит [1].

Объектом биогеохимических исследований явились листья березы повислой (*Betula pendula*). Это распространенный вид и древесный эдификатор в Сибирском регионе. Являясь мезофитом, береза хорошо переносит засухи, светолюбива, мало требовательна к плодородию почвы, часто произрастает на месте сведенных или сгоревших лесов, широко используется в защитном лесоразведении в условиях повышенной техногенной нагрузки.

Опробование листьев березы производили во второй декаде июля 2015 г. по радиальной сети от внешней границы хвостохранилища с шагом 150-200 м по 10 профилям. Листья отбирали методом средней пробы на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев. Всего отобрано 20 проб. Фоновая проба отобрана в пос. Макаракский на берегу р. Кия в 10 км на юго-запад от хвостохранилища. Для упаковки проб использовали крафт пакеты «Стерит». Подготовка проб для количественного элементного анализа включала просушивание при температуре окружающей среды, механическое измельчение, взятие навески и разложение в концентрированной азотной кислоте по стандартной методике.

Определение валового состава макро- и микроэлементов в образцах сухого вещества листьев березы проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в аккредитованном химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Для контроля точности анализа использовали стандартный образец состава листа березы. Ошибка определения не превысила 10 %. Содержания тяжелых металлов и мышьяка в сухом веществе листьев березы на территории Комсомольского хвостохранилища представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание элементов в сухом веществе листвы березы (n=20)

Статистические параметры	Содержание, мг/кг						
	Fe	Cu	Zn	As	Cd	Sb	Pb
Фон	140	6,8	160	0,13	0,08	0,08	0,37
Среднее	145	5,22	162	0,23	0,18	0,08	0,32
Стандартная ошибка ±	9	0,22	17	0,04	0,02	0,02	0,02
Минимальное	85	3,34	60	0,07	0,06	0,02	0,17
Максимальное	272	6,90	293	0,83	0,53	0,45	0,50
Стандартное отклонение	42	1,0	77	0,17	0,12	0,10	0,10
Коэффициент вариации, %	29	19	47	75	60	116	31

Анализ полученных данных показал заметное превышение по сравнению с фоном средних содержаний мышьяка в 1,8 раза и кадмия – в 2,3 раза. Другие элементы демонстрируют средние содержания на уровне и ниже фоновых. Сопряженный характер распределения концентраций мышьяка и кадмия на территории Комсомольского хвостохранилища представлен на рисунке 1.

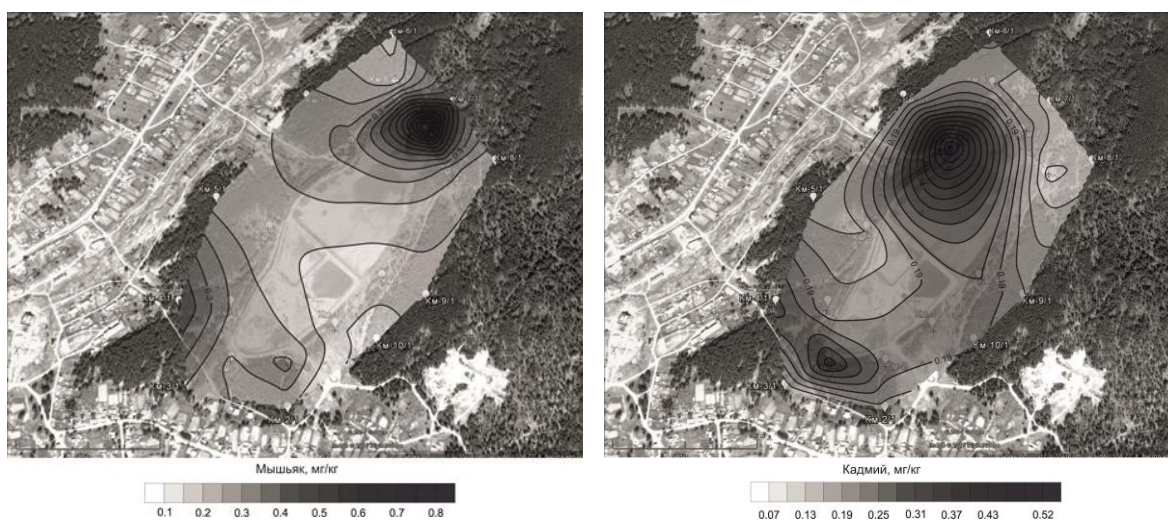


Рисунок 1 – Ореолы мышьяка и кадмия на территории Комсомольского хвостохранилища по данным опробования листвы березы

Таким образом, в листьях березы избирательно накапливаются определенные элементы 1 класса опасности, уровни концентрации которых относительно фона могут быть использованы как индикаторы экологического состояния территорий складирования отходов горнодобывающих и обоганительных предприятий.

*Работа выполнена при финансовой поддержке: РНФ №15-17-1001*

#### Литература

1. Бортникова С.Б. Геохимия техногенных систем / С.Б. Бортникова, О.Л. Гаськова, Е.П. Бессонова; ИГМ СО РАН. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. – 169 с.
2. Тарасенко И.А. Экологические последствия минералого-геохимических преобразований хвостов обогащения Sn-Ag-Pb-Zn руд. (Приморье, Дальнегорский район) / И.А. Тарасенко, А.В. Зиньков. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 194 с.



**РТУТЬ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ****И.А. Ковешников**

Научный руководитель старший преподаватель А.Ю. Иванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В последнее время загрязнение окружающей среды, в том числе и водных объектов, тяжелыми металлами приобретает глобальный характер. Среди тяжелых металлов свинец и ртуть являются приоритетными. Их пагубное воздействие на растительные и животные организмы, на основные источники и пути поступления в водоемы земного шара, общие закономерности накопления и рассеивания постепенно изучаются. Но тем не менее, в связи с разнообразием климатических, гидрологических, литологических и техногенных условий каждый из водных объектов характеризуется своей динамикой поступления загрязняющих веществ и специфическими чертами аккумуляции и рассеивания тяжелых металлов. Большую актуальность имеет изучение геохимических особенностей свинца и ртути в зоне смешения "река-море". Последний может выполнять функции как фильтра, так и барьера, пропускающего или задерживающего тяжелые металлы на пути транзита из реки в море. В барьерных зонах смешения "река-море" происходит трансформация минерального и органического вещества, которая сопровождается изменением различных форм миграции свинца и ртути в воде. Значительная часть данных элементов адсорбируется на взвеси и затем переходит в донные отложения. В свою очередь, верхний слой последних, вследствие изменения гидродинамических и физико-химических условий среды способен вновь перейти в придонную воду и вызвать вторичное загрязнение. Таким образом, геохимическая роль донных отложений двойка, поскольку они могут как депонировать свинец и ртуть, а, следовательно, способствовать самоочищению воды от этих элементов, так и десорбировать их, тем самым ухудшая качество воды [4].

Донные отложения (ДО) представляют собой различные минеральные вещества, отложившиеся в результате биологических, физических и химических процессов на дне океанов, морей, озёр, рек и других различных водоёмах. Изучение ДО позволяет отслеживать хронологию накопления различных компонентов и выявлять содержание тех или иных реагентов в исследуемом природном объекте. Таким образом, донные отложения (ДО) являются информативной частью водных систем с позиции оценки степени их устойчивого загрязнения.

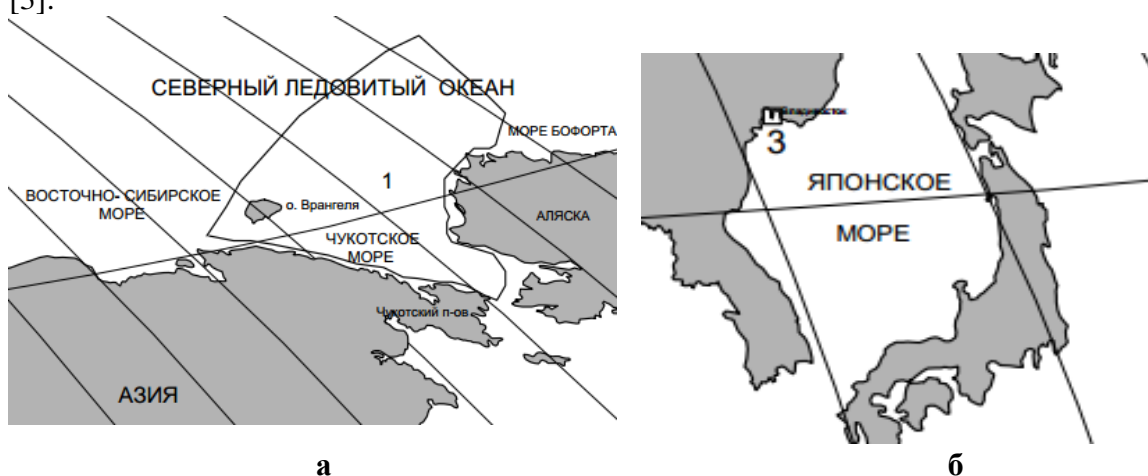
Для оценки среднего содержания, изучается закономерности пространственного распределения геохимического состава ДО, а для специфики изменения элементного состава, и вероятных источников поступления оцениваются закономерности распределения химических элементов в вертикальном профиле ДО.

Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки, но, тем не менее, каждый из них очень эффективен при правильном интерпретировании.

Для рассмотрения пространственного распределения приведём данные исследования ДО в поверхностном слое следующих источников: в Арктической части России и США и в Дальневосточной части России.

Основываясь на приведённых результатах отбора проб в поверхностном слое ДО Чукотского и Японского моря, можно сделать заключение, что Чукотское море является, в определенной мере, эталонным объектом для изучения процессов поступления и накопления ртути в донных осадках практически без влияния техногенной составляющей. Как в это же время Амурский залив выступает объектом, который находится в зоне атмосферного разноса антропогенной ртути из

стран юго-восточной Азии. Но более всего он примечателен поступлением в течение многих десятилетий неочищенных сточных вод “Большого Владивостока” [3].



Объект	N	$S_{Hd}$	Фон	Размах	Аномально высокое содержание	Ед. изм.
Чукотский полигон	263	36	26	7-92	146	нг/г
Японский полигон	119	50	13	12-198	550	нг/г

Рисунок 1 – Районы работ в а) Чукотском море и б) Японском море.

Примечание: N – количество проб, S – среднее значения. При расчете аномальные и ураганные значения не принимались во внимание.

Рассмотрим способ распределения элементов в вертикальном профиле. В качестве примера были взяты исследования Черного озера, располагающегося к северо-востоку от города Томска на реке Песочка и характеризующиеся высоким уровнем антропогенного поступления в силу своего нахождения непосредственно в зоне влияния Томск – Северского Промышленного Комбината (СХК), а также Озера Ларино (Ум), находящегося на юго-западе от города, на расстоянии 40 км, в связи с чем в проведенных исследованиях рассматривается как фоновый объект, так как испытывает минимальное воздействие от промышленных предприятий [1].

Чёрное озеро имеет контрастные аномалии распределения ртути в верхней части разреза, формирование которых можно объяснить его расположением в зоне влияния Томск – Северской промышленной агломерации, и, соответственно, высоким уровнем техногенной нагрузки. Накопление ртути в верхней части колонки донных отложений озера начинается с глубины 10-11 сантиметров. А распределение ртути в озере Ларино (Ум) соответствует региональному фону и является равномерным на протяжении всего разреза, в вертикальном профиле не наблюдаются явно выраженные локальные аномалии. Изменение состава донных отложений во времени обусловлено природными факторами [2].

Исходя из приведённых ниже графиков, можно сделать вывод, что проведенные исследования показывают зависимость распределения ртути в ДО как от природных факторов, так и от техногенных, которые свидетельствуют о воздействии на изучаемые объекты антропогенных источников [5]. Природные

факторы определяют региональный фон ртути в донных отложениях, в то время как техногенные факторы свидетельствуют об интенсивности воздействия антропогенных источников на изучаемые объекты.

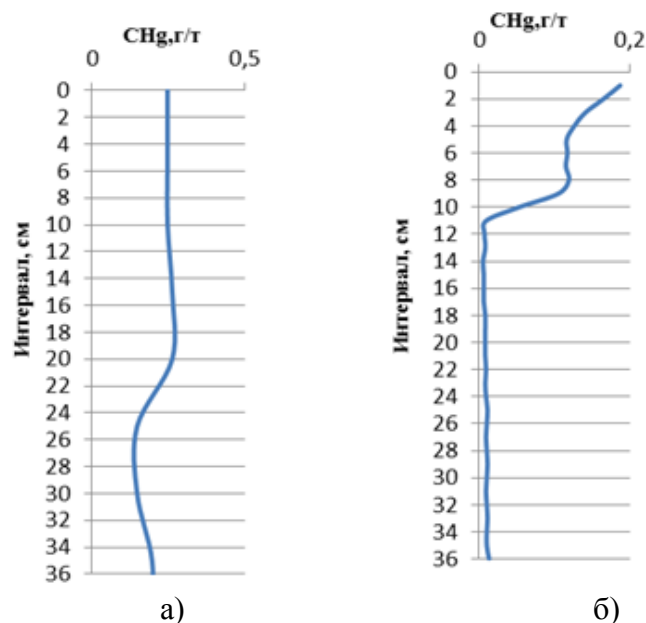


Рисунок 2 – Распределение ртути в донных отложениях: а) равномерного распределения со слабо проявленными аномалиями (оз. Ларино (Ум) и б) резко дифференцированного распределения с контрастными аномалиями (оз. Черное)

#### Литература

1. Иванов А.Ю. Уран и торий в донных отложениях непроточных водоемов юга Томской области / А. Ю. Иванов // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2011. — Т. 318, № 1: Науки о Земле. — [С. 159-165].
2. Иванов А.Ю. Ртуть в донных отложениях слабопроточных водоемов юга Томской области / А. Ю. Иванов, К. А. Губина // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты: второй международный симпозиум, 21-25 сентября 2015 г., Новосибирск / Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт неорганической химии им. А. В. Николаева (ИНХ). — Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2015. — [С. 162-164].
3. Иванов М.В. Особенности геохимии ртути в донных осадках арктических и дальневосточных морей // Второй Международный симпозиум, ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. - Владивосток: Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, 2015. - [С. 165-166].
4. Кизицкий Р.М, Эколого-геохимические особенности распределения свинца и ртути в донных отложениях: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11. - Ростов. гос. ун-т.-Ростов-на-Дону, 2000. - 26 с.
5. Овсепян А.Э. Распределение, миграция и трансформация ртути в устьевой области р. Северная Двина: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36. - Ростов-на-Дону, 2007. - 26 с.

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ  
ОКТЯБРЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА (Г. ОМСК)****Е.Г. Кузьмина**

Научный руководитель Л.В. Жорняк

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Почвенный покров г. Омска постоянно изменяется под воздействием как природных (водная и ветровая эрозия), так и антропогенных факторов (химическое загрязнение, складирование отходов, засоление и др.). Наиболее интенсивному антропогенному воздействию подвергаются территории районов расположения промышленных предприятий города.

Территория Октябрьского административного округа г. Омска обладает мощным промышленным потенциалом, здесь сконцентрировано большое количество машиностроительных, конструкторских, химических и других промышленных предприятий, в связи с этим предприятия оказывают непосредственное влияние на жителей города и различные компоненты природной среды, в том числе и на почву.

Ранее проведенные исследования почв на территории города свидетельствуют о наличии повышенных концентраций ряда химических элементов (хром, кобальт, мышьяк, медь, цинк, ванадий и железо) [2].

В ходе научно-исследовательской работы было отобрано 9 проб почв в Октябрьском районе г. Омска вблизи промышленных предприятий: ОАО «Омский завод технического углерода», ФГУП ПО «Полёт», ОАО «Омсктрансмаш». Кроме того, в д. Марьяновка, Омской области отобраны 5 фоновых проб.

Аналитические исследования элементного состава почв выполнялись методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС) в аккредитованном научно-аналитическом центре (НАЦ) ТПУ (заведующий лабораторией Тарбоков В.А., аналитик Костикова Л.А.) и атомно-абсорбционным методом «пиролиза» на базе учебно-научной лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии.

Средние содержания химических элементов в почвах, по данным ИСП-АЭС и атомно-абсорбционного метода «пиролиза», приведены в таблице 1.

В почвах около ФГУП ПО «Полет» выявлены более высокие по сравнению со средними содержаниями для Октябрьской промышленной зоны концентрации Cr, Ni; ОАО «Омсктрансмаш» - Pb; ОАО «Омский завод технического углерода» - Si, Mg, Nb, V, Zn, As.

Относительно фоновых концентраций в исследуемых почвах происходит накопление практически всех изученных элементов. Минимальное превышение над фоном составляет 1,3 раза для Al, максимальное – 4,8 раза для Zn и 15 раз для Nb.

В почвах около ОАО «Омский завод технического углерода» выявлены более высокие по сравнению с другими предприятиями концентрации Ca, Pb, Zn. По данным ранее проведенных исследований в Октябрьском округе благодаря многолетней деятельности шинного производства, ОАО «Омский завод технического углерода» и военных предприятий, почвы "обогащены" цинком и свинцом.

В районе расположения ФГУП ПО «Полет» отмечаются высокие концентрации Na, Ca, Ba, Cr, Mg, Ni, Nb, P, Pb, Zn, Hg относительно фона; вблизи ОАО «Омский завод технического углерода» - Na, Ca, Ba, Mg, Nb, P, Sr, Pb, Zn, Al,

Hg. В почвах ОАО «Омсктрансмаш» отмечено превышение фоновых содержаний Na, Ca, Ba, Mg, Nb, P, Sr, Pb, Zn и Hg.

Содержание Ni, Zn, Pb, As в почвах территорий всех изученных предприятий выше ПДК.

Таблица 1

Средние содержания химических элементов в почвах исследуемых территорий.

Эл-ты, мг/кг	Исследуемые территории					
	ФГУП ПО «Полет» (3)	ОАО «Омскт рансма ш» (2)	ОАО «Техуглерод » (4)	Среднее по пром. предпр. Октябрьско го района г. Омска (9)	Фон (5)	Среднее по Омску [2]
Al, %	0,79	0,74	<b>1,65</b>	1,06	0,97	–
Ca, %	<b>0,39</b>	<b>0,37</b>	<b>1,17</b>	0,64	0,04	–
Fe, %	1,20	1,12	1,99	1,44	2,40	3,1
Na, %	<b>0,73</b>	<b>0,77</b>	<b>0,72</b>	0,74	0,20	–
K, %	0,72	0,69	0,98	0,8	2,98	–
Si, %	5,33	2,8	14,8	7,64	22,55	–
Ti, %	0,18	0,15	0,27	0,2	0,32	0,52
Be	1,77	1,61	2,26	1,88	4,66	–
Ba	<b>186,0</b>	<b>195,0</b>	<b>256,8</b>	212,6	115,04	–
Co	13,1	12,8	18,0	14,6	18,72	16,7
Cr	<b>218,9</b>	72,6	70,9	120,8	100,6	93,3
Li	18,03	14,4	28,9	20,4	46,42	–
Mg	<b>440,7</b>	<b>345,0</b>	<b>693,8</b>	493,2	114,6	–
Mn	602,0	602,5	653,8	619,4	849,6	810
Ni	<b>67,9</b>	37,5	26,2	43,9	55,04	35,0
Nb	<b>4,4</b>	<b>2,7</b>	<b>7,8</b>	4,96	0,5	–
P	<b>957,0</b>	<b>738,5</b>	<b>1275,8</b>	990,4	898,8	–
Pb	<b>24,3</b>	<b>123,9</b>	<b>61,7</b>	69,96	6,28	31,8
Sr	<b>66,7</b>	<b>78,0</b>	<b>112,9</b>	85,9	45,78	159,7
V	42,4	33,5	66,0	47,3	88,32	61,3
Zn	<b>139,8</b>	<b>112,7</b>	<b>498,7</b>	250,4	104,56	100,2
Zr	52,2	47,3	79,2	59,6	84,84	–
As	7,36	8,6	24,2	13,4	66,06	10,5

Примечание: жирным шрифтом выделено повышенное содержание элементов относительно фона; (3) – объем выборки; «–» - нет данных

По значению суммарного показателя загрязнения, который учитывает полиэлементный характер загрязнения в почвах около ФГУП ПО «Полет» выявлена средняя степень загрязнения (16-32 ед.), около ОАО «Омсктрансмаш» и ОАО «Омский завод технического углерода» - высокая степень загрязнения (32-128 ед.) [1].

Таким образом, состав почв отражает геохимическую специфику городской территории с разнопрофильными промышленными предприятиями, что объясняется определенными свойствами почвы, которая постоянно накапливает загрязняющие вещества, поступающие с выбросами предприятий и автотранспорта.



## Литература

1. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112 с.
2. Трошина Е.Н. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха и почв г. Омска тяжелыми металлами для обоснования мониторинга // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук – Омский государственный педагогический университет – Омск, 2009. – 21 с.

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ УРБАНОСРЕДЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. САРАТОВА)**

С.Ю. Лункин

Научный руководитель доцент З.А. Симонова

*Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия*

В оценке степени загрязнения урбаноcреды нельзя рассчитывать только на физико-химические показатели атмосферного воздуха и почв. Необходимо использовать принципы биомониторинга, которые предполагают проведение комплексных исследований с применением, в качестве тест-объектов, живых организмов (в наших исследованиях растений), у которых прослеживается четкая закономерность изменения определенных показателей, в зависимости от интенсивности техногенной нагрузки [2]. В условиях урбанизированной среды трансформации подвержены в первую очередь биохимические свойства, физиология и, как следствие, морфоструктура растений [3].

Цель нашего исследования заключалась в определении интенсивности фотосинтеза древесных растений, произрастающих в условиях города Саратова.

В качестве объектов исследования были выбраны *Betula pendula* и *Populus pyramidalis*. Материалом исследования являлись листья этих деревьев, которые собирали в соответствии с методикой [1]. Сбор растительного материала производили на территориях санитарно-защитных зон крупных промышленных предприятий города, в местах оживленного транспортного движения и в местах массового отдыха горожан. В качестве фонового участка использовалась территория, расположенная в 50 км от г.Саратова в северном направлении. Исследования проводились в период с 2013 по 2015 гг. Определение интенсивности фотосинтеза проводили с помощью титрометрического метода по количеству органического вещества, образующегося в листьях за единицу времени [4].

Содержание органического вещества в начале вегетационного периода в листьях древесных растений, произрастающих в разных функциональных зонах города, изменялось. По сравнению с фоновой территорией содержание органического вещества в листьях *Populus pyramidalis* в рекреационных зонах было практически в 1,5 раза ниже. В районе автомагистралей и на территориях санитарно-защитных зон предприятий количество органического вещества у *Populus pyramidalis* значительно не отличалось от такового для фоновой территории. У *Betula pendula* в рекреационных зонах и вблизи автомагистралей значение содержания органического вещества практически соответствовало фоновому значению. В районе санитарно-защитных зон предприятий содержание органического вещества было в среднем в 1,5 раза ниже. Анализируя полученные

результаты, было установлено, что у *Betula pendula* значение среднего содержания органического вещества в рекреационных зонах было больше, чем у *Populus pyramidalis*. Вблизи автомагистралей и санитарно-защитных зон предприятий также содержание органического вещества было больше у *Betula pendula*. Максимальное значение по содержанию углерода в листьях и *Betula pendula*, и *Populus pyramidalis* отмечалось в районах санитарно-защитных зон предприятий.

Содержание органического вещества в конце вегетационного периода в листьях древесных растений, произрастающих в разных функциональных зонах города, существенно изменилось. У *Betula pendula* значение среднего содержания органического вещества в целом по городу было выше, чем у *Populus pyramidalis*. По сравнению с фоновыми значениями и в листьях тополей, и в листьях берез в городской среде к концу вегетационного периода было больше органического вещества. Наиболее существенные различия были характерны для санитарно-защитных зон предприятий: у тополя содержание органического вещества было почти в 3 раза выше, у берез – почти в 3,5 раза. Таким образом, вблизи предприятий и *Betula pendula*, и *Populus pyramidalis* в течение вегетационного периода находятся в угнетенном состоянии и вынуждены приспосабливаться к данным условиям.

Анализ содержания органического вещества в листьях исследуемых видов деревьев, показал, что на фоновой территории к концу вегетации значение данного показателя и у тополя, и у березы понизилось. Данный факт не противоречит естественным законам. Аналогичная картина наблюдалась у деревьев и в рекреационных зонах.

По содержанию органического вещества в листьях деревьев нами была рассчитана интенсивность фотосинтеза в начале и конце вегетационного периода. Анализ полученных результатов показал, что на интенсивность фотосинтеза *Betula pendula* и *Populus pyramidalis* достоверное влияние оказывали условия места произрастания и сроки вегетации. В начале вегетационного периода отмечалась повышенная интенсивность фотосинтеза как у берез, так и у тополей, произрастающих в рекреационных зонах. Самая низкая интенсивность фотосинтеза наблюдалась у тополей, произрастающих в районе санитарно-защитных зон предприятий. У берез самая низкая интенсивность процесса также отмечалась в районе предприятий.

В конце вегетации у *Betula pendula* в целом по городу отмечалось снижение интенсивности показателя, за исключением автомагистралей, расположенных в центральных районах города, где происходило наоборот повышение. Для тополей в целом по городу отмечалось уменьшение интенсивности фотосинтеза, но вблизи центральных автомагистралей и на территориях санитарно-защитных зон некоторых предприятий было зафиксировано существенное увеличение показателя.

Таким образом, результаты работы показали, что различные факторы городской среды оказывают существенное влияние на интенсивность фотосинтеза и *Betula pendula*, и *Populus pyramidalis*. У *Betula pendula* наблюдалось понижение интенсивности фотосинтеза к концу вегетационного периода во всех функциональных зонах города. Для *Populus pyramidalis* в целом по городу отмечалось уменьшение интенсивности фотосинтеза, но на территориях санитарно-защитных зон предприятий было зафиксировано увеличение показателя.

#### Литература

1. Бояркин, А. Н. Быстрый метод определения активности пероксидазы / А. Н. Бояркин // Биохимия. 1951. Т. 16, вып. 4. С. 352.

2. Бухарина, И.Л. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях: монография / И.Л. Бухарина, А.А. Двоглазова. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. – 184 с.
3. Курбатова, А.С. Экология города / А.С. Курбатова, В.Н. Башкин, Н.С. Касимов. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.
4. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды. / А. И. Федорова, Н. А. Никольская. - М.: ВЛАДОС, 2003 г. - 288 с.

**РАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ АГЛОМЕРАЦИИ Г.  
ГОРНО-АЛТАЙСК ПО ДАННЫМ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ И СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ  
СЪЕМОК**

**Т.Г. Макаревич**

Научный руководитель доцент Л.В. Жорняк

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Во второй половине XX века территория Республики Алтай неоднократно подвергалась радиоактивному загрязнению как со стороны Семипалатинского (СИП) и Лобнорского ядерных полигонов, так и в результате глобальных атмосферных выпадений. Однако, в настоящее время радиационная обстановка Республики оценивается как фоновая и определяется, главным образом, природным гамма-фоном горных пород и почв, содержащих естественные радионуклиды ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ) и радиоактивные газы (радон, торон), а также воздействием космического излучения [1].

Целью данной работы было изучение распределения концентраций естественных радионуклидов (ЕРН) в почвах, а так же особенностей распределения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на территории столицы Республики Алтай. Работы проводились в пределах агломерации Горно-Алтайска состоящей из: г. Горно-Алтайска, с. Майма, п. Карлушка, с. Алфёрово и с. Кызыл-Озек.

На территории агломерации г. Горно-Алтайска было намечено 68 точек опробования. Масштаб исследований 1:100 000.

Пробы отбирались согласно основным санитарным правилам обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) СП2.6.1.799-99. В ходе работы была использована аппаратура: РКП-305, СРП 68 – 01.

Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2.

Максимальные значения содержаний  $^{40}\text{K}$  и  $^{232}\text{Th}$  наблюдаются в центральной части агломерации, а именно на территории г. Горно-Алтайска; максимальные содержания U (по Ra) - в пределах с. Майма. Данные особенности распределения обусловлены, вероятно, особенностями состава подстилающих пород.

Точка максимальной концентрации МЭД отмечается на территории с. Майма (16 мкР/ч), что вероятнее всего связано с выходами радона на данной территории. Повышенный фон так же наблюдается в северо-восточной части агломерации (с. Алфёрово, п. Афганцев, часть г. Горно-Алтайск), а так же в пределах юго-западной части (аэропорт, Каяс, часть города).

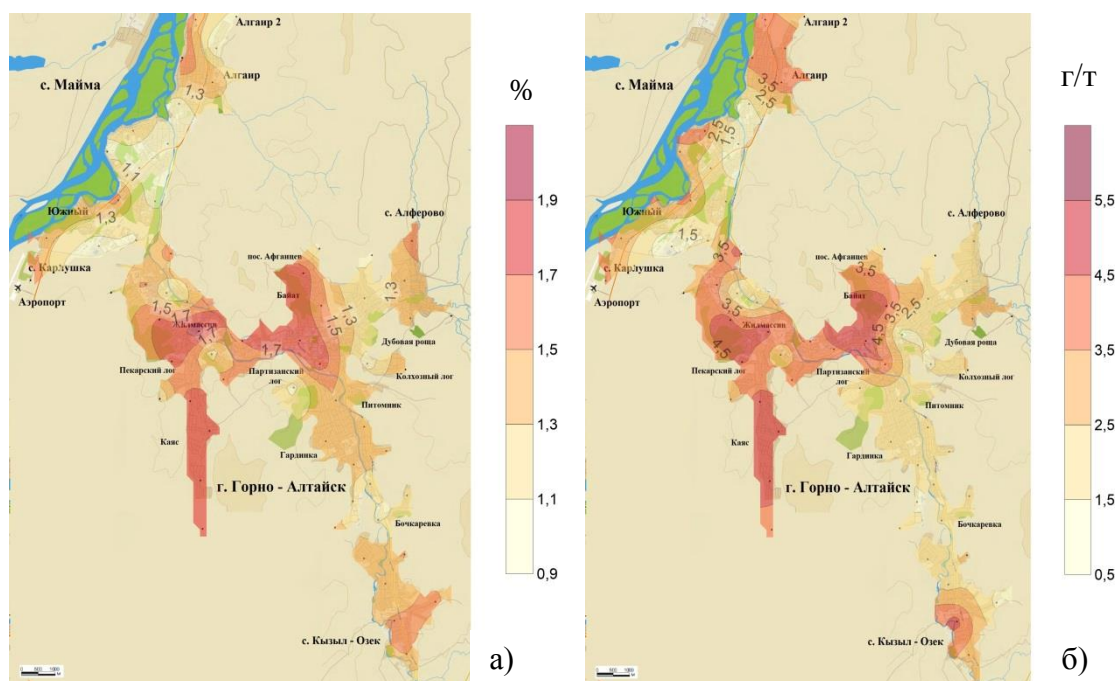


Рис. 1. Схема пространственного распределения содержаний  $^{40}\text{K}$  (а) и  $^{232}\text{Th}$  (б) на территории агломерации г. Горно-Алтайска

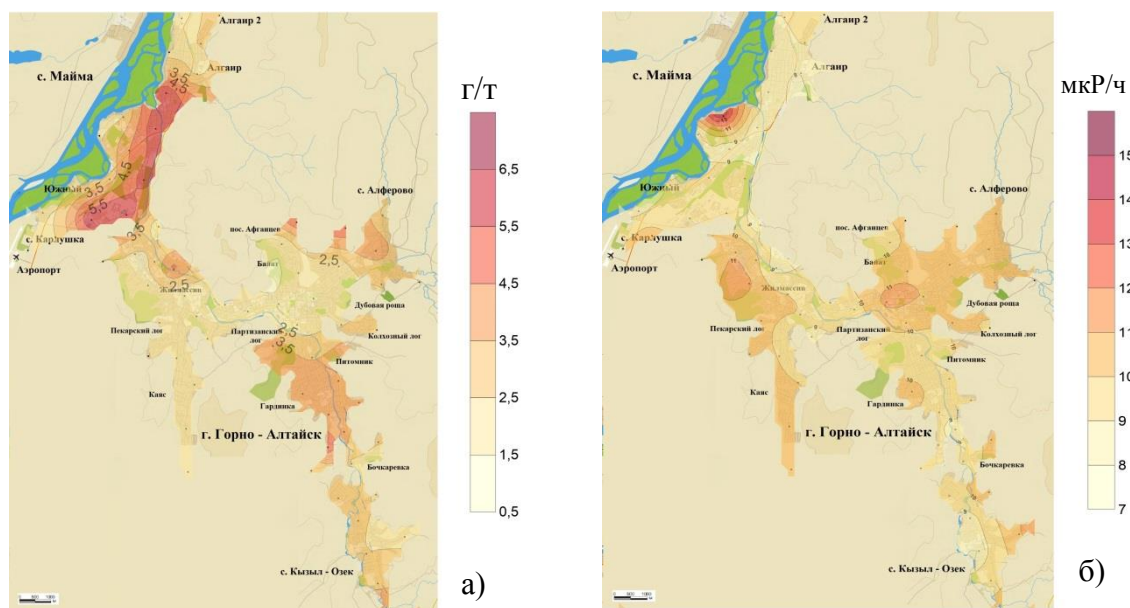


Рис. 2. Схема пространственного распределения содержания U (по Ra) (а) и значений МЭД (б) на территории агломерации г. Горно-Алтайска

Сравнение полученных значений содержаний ЕРН в почвах, а так же значения МЭД на территории агломерации г. Горно-Алтайск представлены в таблице 1.

По данным таблицы 1 отмечается, что полученные значения в пределах агломерации г. Горно-Алтайска не превышают средних значений по Республике Алтай.

Таблица 1

Сравнение содержания ЕРН в почвах и значения МЭД на территории  
г. Горно-Алтайска и средних значений по Республике Алтай.

	<sup>40</sup> K, %	U (по Ra), г/т	<sup>232</sup> Th, г/т	МЭД, мкР/ч
Минимум	0,9	1,5	0,7	8
Максимум	2,1	6,7	5,5	16
Среднее значение	1,4	3,0	2,9	10
Среднее по РА [1]	1,3	1,8	2,9	12,8

Таким образом, радиэкологическая обстановка, по данным радиометрической и спектрометрической съемок, является в целом благоприятной.

#### Литература

1. Радиэкологическая обстановка. Экологический портал Республики Алтай [Электронный ресурс] URL: <http://ekologia-ra.ru/radioekologicheskaya-obstanovka/>

### СВЯЗЬ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА SPIRODELA POLYRHIZA (L.) SCHLEID СО СРЕДОЙ ЕГО ОБИТАНИЯ

А.Ю. Максимова

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день для объективной геоэкологической оценки состояния территории и степени ее трансформации в результате техногенеза необходимо изучать химический состав различных природных сред и населяющих их живых организмов, которые способны накапливать специфичные для данной территории химические элементы. Такие биогеохимические индикаторы должны быть чувствительными к изменению концентрации тех или иных элементов [2, 3].

Многие ученые уже не раз обращали внимание на водные растения семейства Lemnoideae. В.И. Вернадский и А.П. Виноградов первыми заметили, что растения данного семейства способны накапливать химические элементы идентично среды их обитания и могут дать объективную оценку состоянию водоема [4]. Современные исследования так же доказывают биоиндикационную значимость данного растения, что отражено в патенте «Способ оценки загрязнения почв агроландшафта поллютантами» №2096781 [5].

Нами изучен элементный состав одного из представителей семейства Lemnoideae - *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. Данный вид отобран в водоемах населенных пунктов, располагающиеся в трёх районах Томской области: Томском, Александровском и Кожевниковском. В Томской районе пробы с учетом многолетних наблюдений за состоянием территории Северного промышленного узла г.Томска и в зависимости от основной розы ветров, с которой связаны перемещения поллютантов на ней [1, 6].

Содержание химических элементов в *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid исследовано при помощи 2 методов: инструментального нейтронно-активационного



анализа и атомно-эмиссионного анализа. Растение предварительно было высушено при комнатной температуре.

С помощью данных анализов удалось проанализировать на сколько схоже поведение в концентрации тех или иных химических элементов *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid и воды, в которой он непосредственно произрастал. Так прослеживается схожесть в накоплении большинства элементов.

Сравнение элементного состава *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid и воды, где он произрастал, показало биогеохимическую значимость исследуемого организма а также подтвердились результаты полученные ранее В.И.Вернадским и А.П.Виноградовым. Наблюдаются высокие концентрации Ва.

По результатам нейтронно-активационного анализа проведено сравнение среднего элементного состава *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid по районам Томской области. При сравнение полученных результатов с литературными источниками [6] наблюдаются совпадения относительно высоких концентраций Ва, что, возможно, может говорить о видовой особенности исследуемого организма. Также обнаружены высокие концентрации Sr, по литературным же данным подобная аналогия не найдена, что, возможно, может уже свидетельствовать о геохимической специфики исследуемого региона (Рисунок 1).

Также большое внимание привлек спектр накопления редкоземельных элементов, прослеживается одинаковая закономерность накопления редкоземельных элементов, также выстраивается определенная последовательность районов по концентрации. Наблюдается характерная специфика накопления легких лантаноидов, таких как La,Ce,Nd.

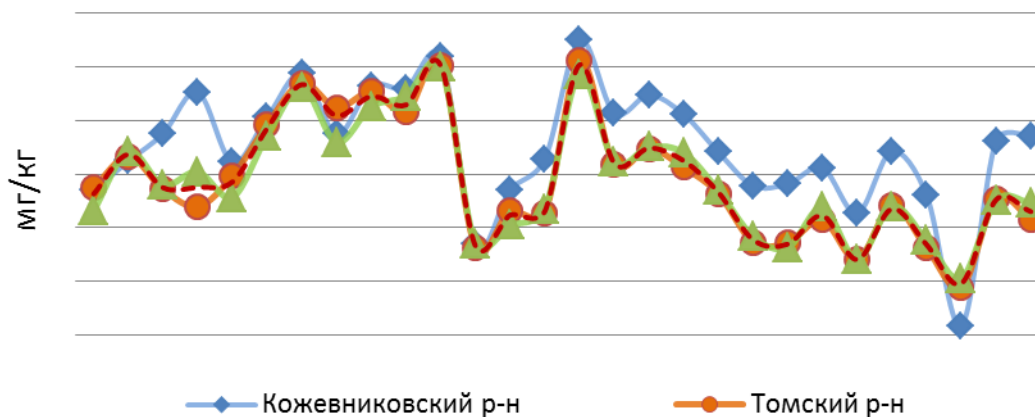


Рисунок 1 – Сравнение средних значений содержания химических элементов в *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid по районам Томской области

По результатам нейтронно-активационного анализа было выявлено, что каждый район имеет свое индивидуальное геохимическое «лицо».

По полученным результатом уместно сказать и отношении Th и U, которое в поселке Осинка (Кожевниковский район) меньше 1, что, возможно, может свидетельствовать о техногенном загрязнении

Данное исследование показало, что микроэлементный состав *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid, относящийся к семейству Lemnoiseae напрямую зависит от его места обитания и от геохимической ситуации, которая господствует на данной территории. Также исследуемым объект может служить биогеохимическим

индикатором оценки качества среды, в которой произрастает, и позволяет выявить повышенные концентрации специфических элементов.

#### Литература

1. Арбузов С.И, Рихванов Л.П. Геохимия радиоактивных элементов: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 202-210 с.
2. Биоиндикация загрязнения водоемов при помощи растений семейства Рясковые [Электронный ресурс]. URL: <http://lib.convdocs.org/docs/index-161399.html?page=197> (дата обращения 13.09.2015)
3. Малюга Н.Г., Цаценко Л.В., Аветянц Л.Х. Способ оценки загрязнения почв агроландшафта поллютантами// Патент России №2096781
4. Памяти первых российских биогеохимиков : Сб. науч. тр. / Рос. акад. наук, Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского ; Отв. ред. Э. М. Галимов . – М.: Наука, 1994 . – 219с.
5. Пат. 2096781 Россия, МПК G 01 N 33/24. Способ оценки загрязнения почв агроландшафта поллютантами: Н.Г. Малюга, Л.В. Цаценко, Л.Х. Аветянц. Заявлено. 24.01.1996; Опубл. 20.11.1997.– 6 с.: ил
6. Landolt et al., 1987. Vol. 4 in Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae). Geobotanischen Institut der ETH, Stiftung Rubel, Zurich, 638 pp.

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА «АЛЕКСАНДРОВСКОЕ-АНЖЕРО-СУДЖЕНСК»

**А.А. Мех**

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нефтепроводный транспорт оказывает воздействие на экологические системы при строительстве его объектов, в процессе эксплуатации и при возникновении аварийных ситуаций.

Магистральный нефтепровод (МН) оказывает непосредственное воздействие на компоненты окружающей среды. Попадание загрязняющих веществ в окружающую среду вызывает изменение физических, химических и биологических свойств компонентов природной среды обитания.

В марте 2014 года эко-аналитической лабораторией АО «Транснефть – Центральная Сибирь» был проведен плановый отбор проб поверхностных вод и почвенного покрова после завершения строительного этапа реконструкции участка магистрального нефтепровода «Александровское - Анжеро-Судженск» 743,3 км. Результаты испытаний показали, что качество исследованной воды и почвы соответствует нормативу допустимого уровня (для воды это ПДК, для почвы – ОДК).

В августе 2015 года был проведен отбор проб поверхностных вод и почвенного покрова после завершения этапа биологической рекультивации на участке производства работ. Было отобрано 2 пробы поверхностной воды (300 м выше подводного перехода по течению реки и 300 м ниже подводного перехода по течению реки).

Отобранные пробы анализировались в эко-аналитической лаборатории АО «Транснефть – Центральная Сибирь» в период прохождения практики. Проводилось измерение массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02-3М» согласно методике ПНД Ф 14.1:2:4.128-98.

Результаты испытаний показали, что качество исследованной воды соответствует нормативу предельно-допустимой концентрации веществ согласно требованиям «Нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах рыбохозяйственного значения».

Далее определялся качественный состав нефтепродуктов, обнаруженных в почве по ранее проведенным исследованиям, после проведения реконструкции на территории участка МН «Александровское- Анжеро-Судженск».

Пробы почвы на исследуемом участке отбирались согласно ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84 и ГОСТ 28168-89. Пробоподготовка проб осуществлялась методом твердофазной экстракции, затем в лаборатории «Центр коллективного пользования ТПУ» был проведен качественный химический анализ проб почвенного покрова методом хромато-масс – спектрометрии.

Проанализировав результаты лабораторных исследований, была выявлена группа соединений, отмеченных в каждой пробе с максимальными площадями пиков в процентах. Было выявлено 7 органических соединений с максимальным содержанием в пробах.

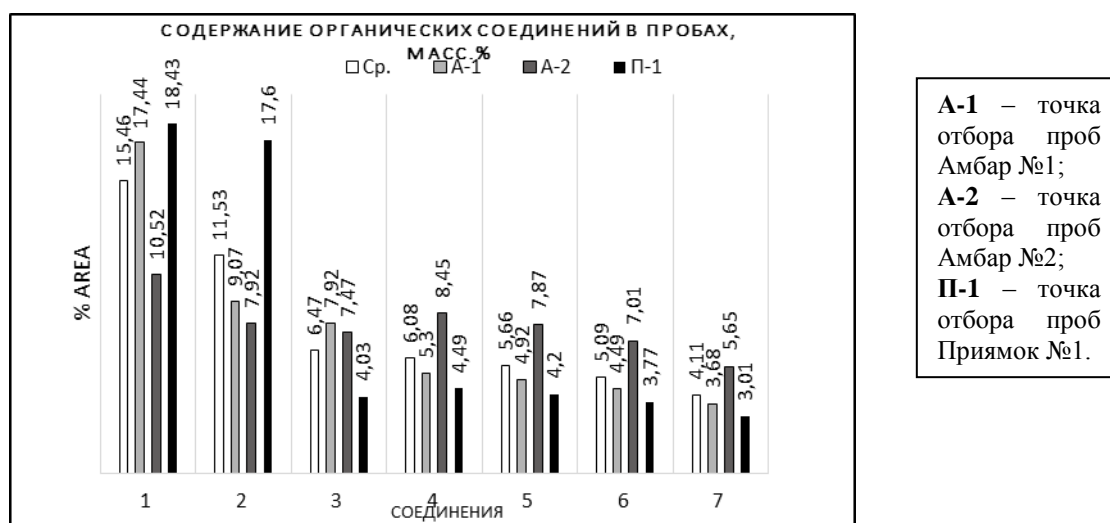


Рисунок 1 – График отношения содержания органических соединений в пробах; Условные обозначения: 1- декан ( $C_{10}H_{22}$ ); 2 – амилацетат ( $C_7H_{14}O_2$ ); 3 – тетракозан ( $C_{24}H_{50}$ ); 4 – гексакозан ( $C_{26}H_{54}$ ); 5 – пентакозан ( $C_{25}H_{52}$ ); 6 – гептакозан ( $C_{27}H_{56}$ ); 7 – трикозан ( $C_{23}H_{48}$ )

Все органические соединения, кроме амилацетата относятся к предельным углеводородам. Выделенный в результате анализа органическое соединение - декан, относится к жидким алканам. Декан содержится в нефти, входит в состав дизельного топлива, поступаая в атмосферу при заправке баков автомашин.

Остальные выделенные предельные углеводороды, относятся к твердым (высшим) алканам. Данные алканы содержатся как в нефти, так и образуют

восковые покрытия листьев, цветков и семян растений, входят в состав пчелиного воска [1].

Одно из соединений выделенное с наибольшей концентрацией в пробах, которое не относится к классу алканов, это амилацетат. Амилацетат применяется как растворитель многих органических соединений, в производстве лаков, искусственного шёлка, фруктовых эссенций.

По результатам анализов можно сказать, что пробы почвы, отобранные на участке МН «Александровское-Анжеро-Судженск» содержат органические соединения входящие, как в состав различных органических веществ естественного происхождения, так и техногенного. Прямо́к №1 (участок нефтепровода, где осуществляется врезка вантуза) отмечен наибольшим содержанием таких органических соединений, как декан и амилацетат. В ходе проделанной работы не было выявлено опасных соединений.

Результаты полученные в ходе исследования геохимической оценки участка производства работ после реконструкции магистрального нефтепровода, характеризуют воздействие проводимых работ на почвенный покров и поверхностный водный объект (р. Киргизка), как минимальное и допустимое. Что позволяет сделать вывод о том, что планирование и производство работ по реконструкции участка МН 743,3 км трассы (подводный переход через р. Киргизка) полностью соответствует российскому экологическому законодательству.

#### Литература

1. Большая Российская энциклопедия. Алканы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://knowledge.su/a/alkany.html>– (Дата обращения: 20.04.2015). Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент С.В. Азарова.

### **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ХАНОЯ (ВЬЕТНАМ)**

**Нгуен Чунг Киен**

Научный руководитель Л.В. Жорняк

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В XXI-ом веке, вследствие интенсивного развития экономики и урбанизации, экологические вопросы стали весьма актуальными для больших городов, особенно для г. Ханоя (столица Вьетнама). Очень важная проблема – загрязнение почв. В почву загрязняющие вещества поступают с опасными отходами производств различных промышленных предприятий, а также с химическими удобрениями и пестицидами, используемыми в сельском хозяйстве.

Загрязняющие вещества проникают в почву, ведут к нарушению ее структуры и снижению плодородия почв, отрицательно воздействуют на все экосистемы и на здоровье человека. Поэтому наблюдение и оценка состояния степени загрязнения почв на территории города очень важны.

В статье по литературным данным приведены содержания химических элементов в почвах сельскохозяйственных районов г. Ханоя и описаны его экологические проблемы (рис. 1, табл. 1).

Ханой – столица Вьетнама, а также культурный, политический и экономический центр страны, расположенный в нижнем течении реки Красная, на

ее правом берегу. С 1 августа 2008 года площадь Ханоя увеличилась более чем в три раза, так как к городу был присоединён ряд прилегающих провинций и районов. Теперь столица Вьетнама имеет общую площадь 3 345 км<sup>2</sup>, численность населения 7,2 млн. человек (2014 г.). Ханой вошёл в число 17 крупнейших по площади городов мира. В настоящее время в пределах границ г. Ханоя находятся 12 городских районов, 17 сельских районов и 1 городок.

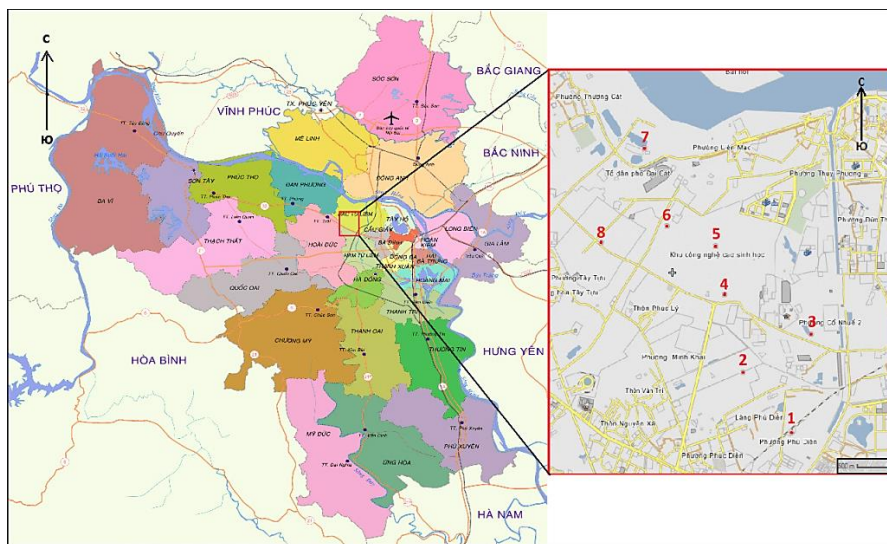


Рисунок 1 – Административная карта и схема расположения точек опробования почв на территориях микрорайонов Фузиен и Тайтэу г. Ханоя [1].

Одной из важных геоэкологических проблем г. Ханоя является ликвидация и дезактивация очагов загрязнения почв тяжелыми металлами: Pb, Cd, Hg, Zn, поступающими от автотранспорта и промышленных предприятий в атмосферу, а затем в почву, а также от использования химических удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве.

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Вьетнама существует проблема загрязнения почв тяжелыми металлами в микрорайонах Тайтэу и Фузиен, которые находятся на западе города Ханоя. Отмечено, что содержание Cu и As превышает стандарт Вьетнама в 1,5 и 1,2 раза соответственно (QCVN 03:2008/BTNMT) [2] (таблица 1). Тайтэу и Фузиен это сельские территории – микрорайоны цветоводства и выращивания фруктов в Ханое, где фермеры использовали различные химические удобрения и пестициды.

Известно, что нормальный рост растений определяется различными физическими, химическими и биологическими процессами, которые протекают в почве. Пестициды, вносимые в почву, сохраняют устойчивость длительное время и могут быть включены в процессы с их накоплением в растениях и включением в пищевую цепочку.

По результатам химических анализов 9-ти проб почв, отобранных на территории микрорайонов Фузен и Тайтэу г. Ханоя наибольшие концентрации химических элементов отмечены в пробе №1, которая находится на юго-западе изучаемого района (таблица 1).

В сравнении с другими территориями по литературным данным (г. Томск, Западная Сибирь, г. Афины) (табл. 2) в почвах г. Ханоя отмечаются сопоставимые и



более низкие средние содержания элементов Cr, Mn, Ni, Pb, Cd, As, но повышенные для Cu, Sb и Zn (76,6; 2,9 и 110,3 мг/кг, соответственно).

Таблица 1  
Сравнительная характеристика содержания элементов в почвах различных территорий (мг/кг)

Элементы	Содержание элементов в пробах почв по территории Фузен и Тайтыу г. Ханоя, мг/кг [1]								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Cr</b>	92,8	78,4	77,3	57	80,1	79,1	200	68,7	76,6
<b>Mn</b>	626	587	611	424	566	603	850	86,1	579,1
<b>Ni</b>	56,7	35,7	34,1	21	34,6	31,8	40	23,1	34
<b>Cu</b>	93	40,5	45,9	31,7	95,7	133	20	41,2	76,6
<b>Pb</b>	49,4	30,5	32,7	19,3	34,5	33,3	10	45,4	36,1
<b>Cd</b>	0,22	0,1	0,1	0,01	0,1	0,1	0,5	0,01	0,1
<b>As</b>	28,4	14,7	12,8	12,4	13,2	11,8	5	8,2	14,7
<b>Sb</b>	3,2	2,7	2,1	1,8	2,7	6,1	н. д.	2,8	2,9
<b>Zn</b>	144	99	87,3	77,6	134	135	50	91,2	110,3

Примечание: н. д. – нет данных

Таблица 2  
Сравнительная характеристика содержания элементов в почвах различных территорий (мг/кг)

Элементы	Среднее содержание элементов в почвах, мг/кг	Вьетнамский стандарт (QCVN 03:2008/ВТ NMT), мг/кг	Содержание элементов в почвах г. Томска, мг/кг [3]	Содержание элементов в почвах Западной Сибири, мг/кг [4]	Содержание элементов в почвах г. Афины (Греция), мг/кг [5]	Кларк для почв (Виноградов, 1957), мг/кг
<b>Cr</b>	76,6	н. д.	283	91,5	141	200
<b>Mn</b>	579,1	н. д.	638	780	554	850
<b>Ni</b>	34	н. д.	40	36,6	102	40
<b>Cu</b>	76,6	50	74	25,1	39	20
<b>Pb</b>	36,1	70	48	19,7	45	10
<b>Cd</b>	0,1	2	н. д.	0,18	0,3	0,5
<b>As</b>	14,7	12	н. д.	22	24	5
<b>Sb</b>	2,9	н. д.	н. д.	н. д.	1,7	н. д.
<b>Zn</b>	110,3	200	159	76,6	98	50

Примечание: н. д. – нет данных

В сравнении с кларком для почв (по Виноградову, 1957), средние содержания элементов Cu, Pb, As и Zn в почве г. Ханоя в 2-3 раз выше. Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83, элементы Cu, Pb и As относятся к первому классу опасности, а Cu – ко второму.

Загрязнение почв тяжёлыми металлами оказывает неблагоприятное влияние на здоровье человека, что приводит к более частым болезням людей, является одной из причин аллергии, астмы, онкологических заболеваний.

Вредное воздействие тяжелых металлов на здоровье человека может быть выявлено на основе анализа экотоксикологической обстановки в биогеохимических провинциях и статистики здоровья длительно проживающего здесь населения. Поэтому исследования состояния почв необходимо продолжать.

#### Литература

1. На Noi [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hanoi>
2. «Содержания нескольких тяжелых металлов в окружающей среде в г. Ханое» [Электронный ресурс] URL: <http://www.vjol.info/index.php/jst/article/viewFile/18131/16040>
3. Рихванов Л. П. Геохимия почв и здоровье детей Томска. – Томск: Издательство Томского университета, 1993. – 60 с.
4. Экогеохимия Западной Сибири. Тяжелые металлы и радионуклиды / РАН, Сиб. отд-ние, Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии; Науч. ред. чл.-кор. РАН Г.В. Поляков. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. – 248 с.
5. Argyrazi A., Kelepertzis E. Urban soil geochemistry in Athens, Greece: The importance of local geology in controlling the distribution of potentially harmful trace elements / Science of the Total Environment, 2014. – С. 366-377.

### **ИНДИКАТОРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

**В.Н. Решетняк**

Научный руководитель ст. преподаватель Е.В. Гибков  
*Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Донные отложения в биогеохимических системах пресных водоемов имеют важное, специфическое значение. Они играют значительную роль во внутриводоёмных процессах, определяя их направленность, влияют на биогеохимические циклы химических веществ внутри экосистемы.

В последнее время на фоне усиливающейся антропогенной нагрузки на пресноводные экосистемы суши концентрации различных загрязняющих веществ в донных отложениях, среди которых тяжелые металлы, пестициды и прочие, на порядок выше, чем их концентрация в водной толще. Поэтому становится важным оценивать качественный и количественный состав донных отложений и возможность миграции загрязняющих веществ из донных отложений в водную толщу.

Формирование химического состава пресных водоемов определяется различными факторами, а именно: происхождением, физическими свойствами, особенностями осадкообразования, многообразием и интенсивностью происходящих биохимических и биологических процессов и многими другими. Донные отложения (илы) являются неравновесными динамическими биокосными системами, которые содержат большое количество микроорганизмов, разлагающих органические остатки.

При попадании загрязняющих веществ в водные объекты суши происходит не только их накопление, аккумуляция, но и изменение химического состава в ходе реакций с появлением более устойчивых и токсичных компонентов. Такие вещества, как тяжелые металлы, нефтепродукты не подвергаются биоразложению, вследствие чего становятся потенциальным источником повторного загрязнения водоема.

Существуют следующие механизмы перехода загрязняющих веществ из водной толщи в донные отложения. Во-первых, физико-химическая сорбция глинами и другими компонентами донных отложений. Во-вторых, непосредственно седиментация и последующая аккумуляция загрязняющих веществ. При этом происходят различные химические реакции, образование труднорастворимых веществ. В-третьих, биологическое поглощение. При этом в донные отложения переходит та часть загрязняющих веществ, которая находится в детрите. Интенсивность этих механизмов специфична для каждого водоема и определяется его морфометрическими и гидрологическими характеристиками, а также гидрохимическими особенностями водной толщи [2].

Процессы сорбции на взвеси с последующей седиментацией способствуют самоочищения водной экосистемы, противоположные процессы способствуют вторичному загрязнению воды.

Загрязненные донные отложения могут являться источником передачи тяжелых металлов, пестицидов, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), различных нефтепродуктов по пищевой цепи: ил – растения – мелкие планктонные организмы – рыбы – хищные рыбы. При этом проявляется так называемый кумулятивный эффект: концентрации загрязняющих агентов при их движении вверх по пищевой цепи могут возрастать в 10 раз при переходе на следующее звено [3, 4].

Как известно, донные отложения водоемов и водотоков служат депонирующей средой для многих загрязняющих веществ, особенно стойких, трудно поддающихся биотрансформации. Геохимические характеристики донных осадков постоянны во времени и содержат информацию о загрязнении водной толщи. Химический состав донных отложений может служить индикатором для выявления интенсивности и масштаба техногенного загрязнения водотоков, так как их состав отражает биогеохимические особенности водосборных территорий [6].

Закономерности распределения тяжелых металлов в донных отложениях рек позволяют выделять зоны повышенного их содержания, которые приурочены к местам интенсивного сброса промышленных и коммунальных сточных вод [1]. В районах антропогенного воздействия изучение состава донных осадков позволяет выявлять источники загрязнения пресноводных экосистем [1, 5].

Химический состав илов достаточно четко отражает специфику источников загрязнения водных объектов и более наглядно по сравнению с водными массами характеризует их экологическое состояние. Это в значительной степени обусловлено тем, что в пресноводных экосистемах осаждение загрязняющих веществ преобладает над трансформацией их состава в процессе седиментации [4].

Таким образом, количественное и качественное содержание различных загрязняющих веществ может служить индикатором антропогенного воздействия на водные объекты суши, а также давать информацию о возможных источниках загрязнения, путях их попадания в водные объекты. Также донные отложения являются средой обитания многочисленных видов бентофауны, и степень

загрязнения донных отложений нефтепродуктами, тяжелыми металлами, стойкими органическими соединениями и пестицидами может привести к изменению их видового состава и нарушению трофических связей в экосистеме.

#### Литература

1. Манихин В.И., Никаноров А.М. Растворенные и подвижные формы тяжелых металлов в донных отложениях пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоиздат, 2001. – 182 с.
2. Нахшина Е.П. Тяжелые металлы в системе «вода-донные отложения» водоёмов (обзор) // Гидробиологический журнал, 1985, т. 21, № 2. С. 80-90
3. Никаноров А.М., Страдомская А.Г. Проблемы нефтяного загрязнения пресноводных экосистем. Ростов-на-Дону: «НОК», 2008. 222 с.
4. Никаноров А.М., Страдомская А.Г. Хроническое загрязнение пресноводных объектов по данным о накоплении в донных отложениях пестицидов, нефтепродуктов, тяжелых металлов // Водные ресурсы. 2007. Т. 34. №3. С. 337-344.
5. Никаноров А.М., Страдомская А.Г. Идентификация источников нефтяного загрязнения водных объектов // Водные ресурсы. 2009. Т. 36. № 2. С. 175-181.
6. Янин Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки). М.: ИМГРЭ, 2002. 52 с.

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ СОРТОВОЙ ЖИМОЛОСТИ В УСЛОВИЯХ КОЙБАЛЬСКОЙ СТЕПИ (ХАКАСИЯ)**

**К.М. Сема**

Научный руководитель доцент Е.Ю. Жукова

*Хакасский государственный университет им Н.Ф. Катанова», г. Абакан, Россия*

Одним из перспективных подходов к характеристике качества среды является оценка состояния растений, в частности методом флуктуирующей асимметрии листовых пластин. Оценка флуктуирующей асимметрии билатеральных организмов хорошо зарекомендовала себя при определении общего уровня антропогенного воздействия. Данный показатель представляет собой небольшие различия между левой и правой половинами листа. Эти различия являются следствием неправильного развития в ходе онтогенеза, и коррелируют со степенью общей нарушенности окружающей среды. При возрастающем воздействии неблагоприятных факторов показатель увеличивается, что соответственно приводит и к повышению асимметрии. Лист растения является высокопластичным органом, и характер изменчивости его морфологической структуры может служить индикатором загрязнения внешней среды. С увеличением степени антропогенной нагрузки форма листовой пластинки резко изменяется. О характере этих изменений можно судить по нарушению стабильности развития и величине показателя асимметрии [4].

Цель исследования определить флуктуирующую асимметрию листовых пластин жимолости сорта Голубое веретено в условиях Койбальской степи (Хакасия) для определения экологических условий местообитания.

Исследование проводилось на территории Койбальского предгорно-степного округа Хакасии (сельскохозяйственный сад с. Кирово). Общий рельеф территории округа холмисто-равнинный с преобладающими высотами 300-350 м. Климат округа

континентальный, радиационный баланс 33-34 ккал/см<sup>2</sup>, из которого на испарение затрачивается 65 %. Сумма температур за теплое время года составляет 1800-19500. Годовое количество осадков 320 мм в северной части округа и 410 мм ближе к горам; с апреля по октябрь осадков выпадает соответственно 270 и 350 мм. Почвенный покров типичный для левобережной части Минусинской котловины. Зональные степные почвы - каштановые и черноземы в совокупности занимают 70,9% площади округа, в том числе: каштановые 9,1% , темно- каштановые 8,0, черноземы южные 14,5, черноземы обыкновенные 26,1, черноземы выщелоченные 13,2%. Растительный покров принадлежит степному поясу занимает около 89% всей площади округа [3].

Территория исследования удалена от крупных промышленных предприятий, и отводится в основном под сельское хозяйство. Вследствие этого антропогенная нагрузка, в основном, состоит в применяемой агротехнике.

Исследования проводились в соответствии с методикой Боголюбова А.С.[1].

Было обследовано пять кустов жимолости сорта Голубое веретено, с каждого собрали по 20 листьев, и объединили в одну среднюю выборку. У всех листьев в выборке измеряли 5 морфологических параметров на левой и правой половинах листовой пластинки: 1 – ширина листовой пластинки; 2 – длина второй от основания жилки второго порядка; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.

Показатель флуктуирующей асимметрии (А) рассчитывали по формуле (1), предложенной в работе В.М. Захарова [2].

$$A = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{|L_{ij} - R_{ij}|}{(L_{ij} + R_{ij})} \quad (1)$$

где  $L_{ij}$  и  $R_{ij}$  значение  $j$ -го параметра  $i$ -го листа соответственно слева и справа от плоскости симметрии;  $m$  – количество анализируемых признаков;  $n$  – объем выборки;  $m=5$ ;  $n=100$ .

В этой же работе [2] представлена и балльная шкала показателя величины флуктуирующей асимметрии соответствующая тому или иному уровню загрязнения окружающей среды (табл. 1).

Таблица 1

Шкала оценки качества окружающей среды по показателю флуктуирующей асимметрии

Показатель уровня асимметрии	Балл	Качество среды
< 0,040	I	Нормальное
0,040-0,044	II	Начальные отклонения от нормы
0,045-0,049	III	Средний уровень отклонений от нормы
0,050-0,054	IV	Существенные отклонения от нормы
0,055 и >	V	Критическое состояние



Показатель флуктуирующей асимметрии листьев сортовой жимолости составил 0,12. По предлагаемой В.М. Захаровым [2] шкале растение находилось в критическом состоянии. Для данного сорта также высоко и значение среднего квадратического отклонения, то есть вариабельности показателя флуктуирующей асимметрии, которое составило 0,22.

Таким образом, в качестве способа биоиндикации состояния окружающей среды, степени загрязнения и уровня антропогенной нагрузки может служить оценка показателя флуктуирующей асимметрии листовых пластин. При этом необходимо учитывать степень варьирования данного показателя и видовые особенности растений.

#### Литература

1. Боголюбов А.С. Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев. 2002. <http://www.ecosystema.ru/>
2. Захаров В.М. и др. Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экол. политики России, 2001. 318 с.
3. Куминова А. В., Зверева Г. А., Ламанова Т. Г. Растительный покров Хакасии. Н.: Наука, 1976. С. 95-152.
4. Низкий С.Е., Сергеева А.А. Флуктуирующая асимметрия листьев березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz) как критерий качества окружающей среды // Вестник КрасГАУ. 2015. №7. С. 14-17.

#### МАКРОЭЛЕМЕНТЫ В ВОЛОСАХ ЖИТЕЛЕЙ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

М. Скрипник

Научный руководитель доцент Н.П. Корогод

*Павлодарский Государственный Педагогический Институт, г. Павлодар, Казахстан*

Экологическая картина промышленных городов является одной из главных проблем современности. Для того, чтобы понять суть проблемы, важно знать не только элементный состав загрязнений, но и структуру распределения очагов, установление источников вредных воздействий, размеры зон их влияния на население [2].

По данным геоэкологов, экологов и медиков [1] волосы признаны хорошим индикатором воздействия на человека факторов окружающей среды. Также химический состав волос является маркером экологического неблагополучия территории (Mazumder et al., 1988), т.к. может потому что отражать количественной состава химических элементов в организме и нести интегральную информацию о минеральном обмене за весь период своего роста.

Цель работы: определить уровень содержания макроэлементов в волосах жителей области.

Исследования проводились на территории Павлодарской области, на которой расположены крупные промышленные предприятия, являющиеся техногенными источниками поступления химических элементов в экосистему [3].

Отбор проб проводился в пяти населенных пунктах Павлодарской области. При отборе проб волос использовалась стандартная методика, рекомендованная МАГАТЭ (1989), апробированная и показавшая хорошую результативность. Пробоподготовка проводилась на кафедре геологии и геохимии Томского

политехнического университета, аналитик – Судыко. Всего было проанализировано 134 пробы из 5 населенных пунктов Павлодарской области.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

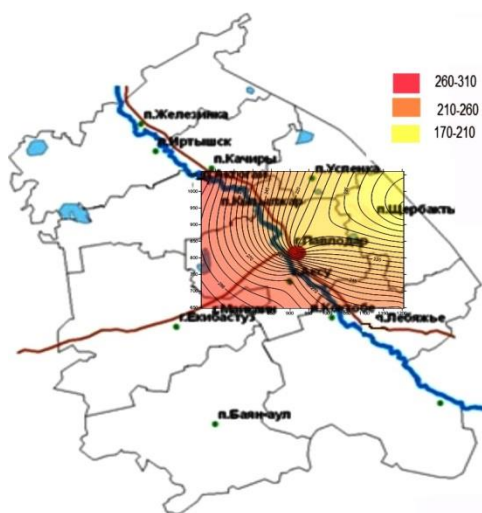
Таблица 1

Содержание макроэлементов в волосах детей Павлодарской области, мг/кг

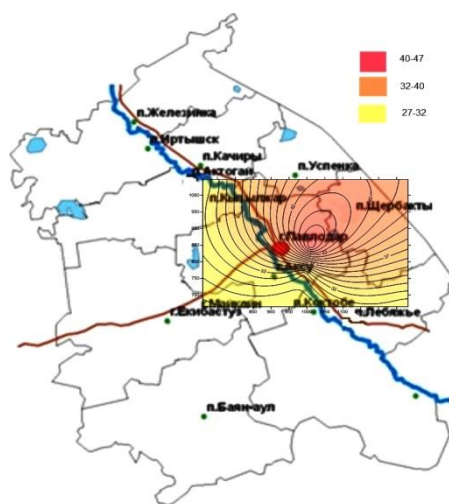
Элемент	г. Павлодар	Павлодарская обл., Актогайский район	Павлодарская обл., Аквисуский район	Павлодарская обл. Лебяжинский район	Павлодарская обл. Щербактинский район
Na	$\frac{203,9 \pm 15,6}{20,0..670,0}$	$\frac{309,0 \pm 94,7}{20,0..950,0}$	$\frac{277,0 \pm 72,4}{20,0..850,0}$	$\frac{266,5 \pm 85,1}{116,4..590,3}$	$\frac{173,2 \pm 44,7}{71,01..283,7}$
Ca	$\frac{1304,5 \pm 890,0}{200,0..5500,0}$	$\frac{2250,0 \pm 391,9}{800,0..4800,0}$	$\frac{1670,0 \pm 337,9}{500,0..3800,0}$	$\frac{2122,6 \pm 860,0}{667,2..4667,0}$	$\frac{8503,4 \pm 182,5}{130,5..1829,9}$
Fe	$\frac{46,4 \pm 4,1}{2..250}$	$\frac{30 \pm 0}{30..30}$	$\frac{30 \pm 0}{30..30}$	$\frac{24,8 \pm 5,2}{4..30}$	$\frac{23,7 \pm 6,2}{5..30}$

Примечание: В данной таблице №1 представлены значения, где – среднее арифметическое и его ошибка, - минимальное и максимальное значения

Анализ данных показал, что наибольшее содержание кальция и натрия выявлено в волосах детей, проживающих на территории Актогайского района (2250 мг/кг и 309 мг/кг), а наибольшее содержание железа зафиксировано на территории города Павлодар (46,8 мг/кг).



Na



Fe

Результаты проведенного исследования показывают, что:

1. Самый высокий уровень Na и Ca выявлен в волосах людей, проживающих на территории Актогайского района.
2. По значению коэффициента концентрации химических элементов относительно среднего значения в волосах жителей Павлодарской областей, геохимический ряд накопления выглядит следующим образом, таблица 2:

Таблица 2

*Геохимические ряды накопления элементов в волосах, детей Павлодарской области*

Na	Щербактинский район <sub>1,3</sub> > г. Павлодар <sub>1,1</sub> > Лебяжинский район <sub>0,8</sub> > Актогайский район <sub>0,7</sub> > Аксуский район <sub>0,7</sub>
Ca	г. Павлодар <sub>1,1</sub> >Щербактинский район <sub>0,9</sub> > Аксуский район <sub>0,8</sub> > Лебяжинский район <sub>0,6</sub> > Актогайский район <sub>0,6</sub>
Fe	Лебяжинский район <sub>1,4</sub> > Актогайский район <sub>1,4</sub> > Аксуский район <sub>1,4</sub> > Щербактинский район <sub>1,1</sub> >г. Павлодар <sub>0,9</sub>

#### Литература

1. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды/Москва,1990- 335 с.
2. Чайка В.К., Демина Т.Н., Долгошапко О.Н., Батман Ю.А., Мещерякова А.В.. Диагностика, лечение и профилактика нарушений минерального обмена у женщин. Киев,2007. – 37с.
3. Шаймарданова Б.Х., Корогод Н.П. , Асылбекова Г.Е. Оценка качества и прогнозирования экологической безопасности урбанизированных территорий на примере изучения биообъектов // Материалы Международной школы - семинара. - Томск, ТПУ, 2013.- с.106-116

#### **ПОКАЗАТЕЛЬ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОЧВ КАК ЭКСПРЕССНЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ**

**А.В. Сурнина, В.К. Щеглова**

Научный руководитель доцент Л.В. Жорняк

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Содержание в пробах почв частиц, в составе которых имеются элементы группы железа (Fe, Ni, Co и др.) определяет их магнитные свойства. Работы некоторых ученых показывают, что изучение магнитных свойств почв может быть полезным для суждения о минералогическом и химическом составах почв, диагностики форм железа, для характеристики различных типов почв, а также некоторых почвообразовательных процессов и условиях эволюции почвы (LeBorgne, 1955; Oades, Townsend, 1963; Лукшин и др., 1968; Вадюнина и др., 1974; Бабанин, 1973; Бабанин и др., 1987).

Величина магнитной восприимчивости зависит от содержания в пробах ферромагнитных и парамагнитных ионов (Fe, Mn, Co, Cr, Ni, TR), а также связана с присутствием магнитных фаз (Бронштейн, 1954; Ерофеев и др., 2006).

Изучением магнитной восприимчивости почв и грунтов фоновых участков и территорий промышленных районов на территории Западной Сибири занимались О.А. Миков (1975, 1999) и Е.Г. Язиков (2006). В работах показана корреляция результатов измерения магнитной восприимчивости и расчета суммарного показателя загрязнения, т.е. в районах, которые выделяются повышенными значениями «каппа» относительно среднего, также фиксируются ореолы максимальных значений суммарного показателя загрязнения площади тяжелыми металлами. Поэтому, показатель магнитной восприимчивости почв может использоваться как экспрессный способ оценки загрязненности территорий.

По результатам ранее проведенных исследований, согласно запатентованной методике (Патент №2133487, авторы Е.Г. Языков, О.А. Миков) при измерении магнитной восприимчивости проб почв, отобранных в районах расположения различных промышленных предприятий г. Томска, средняя величина изменялась от 41 до  $121 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ при фоновом значении по данным О.А. Микова  $32 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ [2].

На территории г. Томска летом 2015 г. в районах расположения некоторых промышленных предприятий, таких как: Томская ГРЭС-2, Электроламповый завод, Электромеханический, Шпалопропиточный завод и ЗАО «Сибкабель» были отобраны 48 проб почв. Пробы почв отбирались из поверхностного слоя (0-10см), предварительно очищенного от верхнего дернового слоя, пробоотборной лопаткой, методом конверта. Масса объединенной пробы составляла не менее 1кг.

Измерение показателя магнитной восприимчивости почв осуществлялось с помощью малогабаритного измерителя магнитной восприимчивости. Проба почвы помещалась в пластиковый стаканчик (объем всех проб должен быть одинаковым), с помощью данного прибора трижды проводилось измерение показателя магнитной восприимчивости, результаты записывались и затем было вычислено среднее значение данной величины. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

*Среднее значение магнитной восприимчивости почв в районах расположения промышленных предприятий г. Томска*

<b>Промышленные предприятия</b>	<b><math>\chi \cdot 10^{-5}</math> ед. СИ <math>m \pm \sigma</math> (min/max)</b>	<b>n</b>	<b><math>\chi \cdot 10^{-5}</math> ед. СИ <math>m \pm \sigma</math> (min/max) [2]</b>
Томская ГРЭС-2	$189 \pm 127$ (52/444)	11	$96 \pm 14,7$ (81,3/110,7)
ОАО «Томский электроламповый завод»	$123 \pm 34$ (77/172)	11	57,6
ОАО «Томский электромеханический завод»	113 (90/133)	8	$84,3 \pm 5,6$ (68,3/115)
Томский шпалопропиточный завод ОАО «ТрансВудСервис»	92 (41/156)	8	$59,6 \pm 9,5$ (30,3/80,7)
ЗАО «Сибкабель»	124 (89/152)	10	$80,5 \pm 4,3$ (67,7/85,7)
Фон (Миков, 1999)	32(20/40)		

Примечание: m – среднее значение;  $\sigma$  – стандартная ошибка; n – количество проб

Все полученные значения магнитной восприимчивости почв в районах расположения промышленных предприятий г. Томска превышают фоновый показатель от 3 до 6 раз. Кроме того, по сравнению с данными ранее проведенных исследований, значения магнитной восприимчивости, полученные нами, выше почти в 2 раза.

Наибольший показатель магнитной восприимчивости наблюдается в районе Томской ГРЭС-2 -  $189 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ, наименьшее значение – в районе Томского шпалопропиточного завода ( $92 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ).

По данным ранее проведенных исследований магнитная восприимчивость изученных почв территории г. Томска отражает степень их загрязненности и зависит от концентрации, в основном, Fe, Co, Cr и Ni.

Таким образом, сохраняется тенденция увеличения загрязнения почв тяжелыми металлами и т.к. почва является долговременной депонирующей средой, то происходит их постоянное накопление, что скорее всего и сказывается на значении показателя магнитной восприимчивости почв. Для подтверждения этого в дальнейшем планируется выполнить элементный анализ отобранных проб.

#### Литература

1. Пат. 2133487 Российская Федерация, МПК6 G 01 V 9/00. Способ определения техногенной загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами группы железа (железо, кобальт, никель) / Язиков Е.Г., Миков О.А.; заявитель и патентообладатель Томский политехн. унт. – № 98100689; заявл. 08.01.98; опубл. 20.07.99.
2. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. «Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв». Томск: изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.

### **ИХНОФОСИЛИИ КАК ПОКАЗАТЕЛИ ФАЦИАЛЬНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В СРЕДНЕЮРСКУЮ ЭПОХУ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**В.А. Сухорукова**

Научные руководители доцент И.В. Рычкова, доцент М.И. Шамина  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия*

В настоящее время невозможно определить размеры и формы природных резервуаров нефти и газа без знания особенностей распространения осадочных пород во времени и пространстве. Закономерное чередование комплексов пород позволяет судить о периодической смене условий осадконакопления и общем направлении изменения этих условий в различные периоды. Однако, зачастую применяя традиционные методы исследования, некоторые важные характеристики условий осадконакопления восстановить не удастся. Значительную помощь оказывает исследование ихнофоссилий.

Главной целью данной работы является изучение ихнофоссилий, которые широко распространены в терригенных отложениях среднеюрского возраста на юго-востоке Западной Сибири. Материалом для исследований послужил керн скважин площади Майская (Томская область, Каргасокский район). Данная работа – это первый опыт автора разобраться в следах жизнедеятельности организмов, попытка интерпретации условий осадконакопления.

Ихнофоссилии (от греч. *ichnos* – след) – это следы жизнедеятельности организмов, чаще всего донных организмов, запечатленные в горной породе (следы передвижения, питания, места отдыха или постоянного укрытия, следы сверлильщиков, копролиты и т.д.).

Ихнофоссилии имеют большое значение для реконструкции условий древних бассейнов седиментации, так как они нередко находятся в толщах, не содержащих никаких других органических остатков. Кроме того, ихнофоссилии принадлежат организмам, не сохранившимся в ископаемом состоянии, и являются поэтому единственным источником сведений об этих животных. Наиболее важным отличием ихнофоссилий от других окаменелостей является то, что форма следа в большинстве случаев отражает не столько морфологию животного, сколько функционирование



его органов, его деятельность и поведение. Обычно ихнофоссилии представляют собой следы донных беспозвоночных.

Ихнофоссилии очень важны для биофациальных исследований. Их образование связано с непосредственным взаимодействием организмов и внешней среды обитания. Разнообразие ихнофоссилий отражает поведенческую реакцию животного на тип субстрата, наличие и состав пищевых ресурсов и может быть хорошим экологическим индикатором. Ихнофоссилии, фиксируемые в осадках, дают важные сведения для фациальных исследований еще и потому, что они являются автохтонными формами.

При детальном изучении керна скважины площади Майская в одном из интервалов были обнаружены обильные и разнообразные следы биотурбации (как животных, так и растений) (рис.2): ходы роющих организмов, остатки углефицированной древесины, корни растений. Найденные ихнофоссилии принадлежат ихнофациям *Chondrites*, *Skolithos* и *Cruziana*. Также встречаются следы жизнедеятельности, которые сложно идентифицировать. Встречается и растительная биотурбация, которая свидетельствует об субаэральных условиях осадконакопления.



Рисунок 1 – *Skolithos*

Такое разнообразие следов жизнедеятельности организмов чаще всего свидетельствует о прибрежно-морских условиях формирования отложений. Основными вмещающими горными породами являются аргиллиты, алевролиты и песчаники с различными видами косой, косоволнистой и волнистой слоистости. Это свидетельствует об относительно высокой волновой энергии или энергии потоков в прибрежной части бассейна.

Следы жизнедеятельности *Chondrites* тяготеют к глинистым отложениям без слоистости или горизонтально-слоистым породам. Это, возможно, свидетельствует об относительно глубоководных условиях седиментации с низкой энергией водной среды. Это время трансгрессивного этапа формирования осадков.

Вертикальные или крутонаклонные цилиндрические норки ихнофоссилий *Skolithos* свидетельствуют о песчаном пляже или полуконсолидированном субстрате, где была возможность и для жизнедеятельности растений (рис. 1).

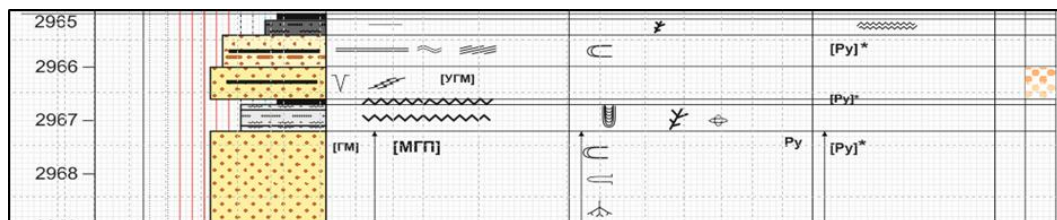


Рисунок 2 – Фрагмент литологической колонки скв. Майской площади (интервал отбора 2965.1-2971.48 м)

Вышеописанные ихнофоссилии принадлежат животным, которые селились на поверхности дна, не подверженном сероводородному заражению [1].

Терригенные породы среднеюрского возраста, содержащие обильные и разнообразные ихнофоссилии, позволили предварительно создать концептуальную модель условий седиментации именно по следам жизнедеятельности донных организмов.

Таким образом, условия осадконакопления, определенные по ихнофоссилиям, в изучаемом районе были от прибрежно морских до достаточно глубоководных. Интенсивная биотурбация, нарушающая текстурный рисунок, влияла на миграцию углеводородов и характер нефтенасыщения пород.

#### Литература

1. Вакуленко Л.Г., Ян П.А.(2001). Юрские ихнофашии Западно-Сибирской плиты и их значение для реконструкции обстановок осадконакопления//Геология нефти и газа. Вып.4.с.83-93.
2. Князева И.Г. Литолого-фашиальный анализ отложений франского возраста//Тюменский нефтяной научный центр. Тюмень

#### СОДЕРЖАНИЕ ПЛУТОНИЯ И ФОРМЫ ЕГО НАХОЖДЕНИЯ В ШТОЛЬНЕВЫХ ВОДОТОКАХ ПЛОЩАДКИ «ДЕГЕЛЕН» СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

**А.С. Торопов**

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Проблема прогнозирования развития радиационной обстановки вблизи Семипалатинского испытательного полигона (СИП) всегда будет объектом внимания мирового сообщества. Поведение радиоактивных элементов вблизи радиационно-опасных объектов, скорость и интенсивность их миграции и влияние на состояние окружающей среды и здоровье населения являются очень актуальной научной и практической проблемой. Искусственные радионуклиды могут содержаться в значимых количествах в поверхностных водных объектах СИП и представлять потенциальную опасность для экосистем и человека, перемещаясь за территорию площадок испытаний.

Цель данной работы – изучение миграции одного из важных техногенных радионуклидов - плутония в водных объектах Семипалатинского полигона с определением форм их нахождения.

Выбор объектов для изучения форм нахождения радионуклидов в воде определялся на основе литературного материала по содержанию радионуклидов в водных объектах СИП [1]. Объектом данного исследования послужили водотоки припортальных участков штолен 176, 177, 503, 504 и 511 площадки «Дегелен» СИП.

Объем проб воды составлял от 2 до 10 л. Пробу воды отбирали в чистые полиэтиленовые емкости, избегая взмучивания донных осадков, попадания частиц растительности и посторонних примесей, затем фильтровали *in situ* через бумажный фильтр «белая лента» с диаметром пор 5-8 мкм, либо в течение 24 часов с момента отбора. Затем, пробу делили пополам, одна часть пробы подкислялась концентрированной азотной кислотой до  $\text{pH} = 2$  и подвергалась стандартной процедуре химического концентрирования. Другую часть фильтровали через мембранный фильтр из полиэтилентерефталата (ПЭТФ) с диаметром пор 0,2 мкм, после чего пермеат подкисляли, добавляли изотопные метки и проводили концентрирование аналогичным образом. Таким образом, подобная подготовка проб позволила условно выделить следующие формы нахождения: «взвешенные вещества», «коллоидные вещества», «истинно-растворимые формы».

Общий химический состав воды штольневых водотоков площадки «Дегелен» представлен в таблице 1.

Таблица 1

Общий химический состав штольневых водотоков площадки «Дегелен»

Наименование объекта	pH	Сухой остаток	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	Cl <sup>-</sup>	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$
Штольня 176	7,7	170	7,5	45	5,1	5,9	120	42
Штольня 177	6,4	400	31	76	17	9,8	210	120
Штольня 503	6,8	430	22	90	17	9,3	120	220
Штольня 504	5,9	1100	54	160	100	14	4,9	870
Штольня 511	6,4	410	23	72	22	6,5	270	37

Примечание: единица измерения сухого остатка и главных ионов воды – мг/л.

По общему химическому составу штольневые водотоки относятся к пресным и слабоминерализованным водам (шт. 504), по анионно-катионному составу – гидрокарбонатно-кальциевые (водотоки штолен 176, 177, 511) и сульфатно-кальциевые- магниевые (водотоки штолен 503, 504).

Установлено, что активность плутония в изученных водных объектах колебалась в широких пределах – от  $n \cdot 10^{-2}$  до  $n \cdot 10^0$  Бк/л (табл. 2). Максимальное содержание изотопов плутония в природных водах СИП установлено на уровне 8,1 Бк/л (сумма всех форм нахождения), в том числе сумма коллоидных и растворенных форм – 5,9 Бк/л, что более чем на порядок превышает уровень вмешательства установленный СЭТОРБ-2015 [4]. В остальных водоисточниках превышений уровня вмешательства зафиксировано не было. Известно, что плутоний имеет сложное химическое поведение в природных водах, склонен к гидролизу, коагуляции, комплексообразованию с органическими и минеральными лигандами, коллоидообразованию, изменению степени окисления, и соответственно,

изменению формы нахождения даже в результате незначительных колебаний состава воды [2].

Таблица 2

Распределение форм нахождения Pu-(239+240) в воде штольневых водотоков  
Площадки «Дегелен» СИП, Бк/л

№ п/п	Название объекта	Взвешенное вещество, (%)	Коллоидное вещество, (%)	Растворенные формы, (%)
1	Штольня 176	0,11±0,02 (52)	$7,3 \cdot 10^{-2} \pm 1,4 \cdot 10^{-2}$ (35)	$2,7 \cdot 10^{-2} \pm 0,9 \cdot 10^{-2}$ (13)
2	Штольня 177	0,13±0,02 (48)	$4,3 \cdot 10^{-2} \pm 1,0 \cdot 10^{-2}$ (16)	$9,7 \cdot 10^{-2} \pm 1,8 \cdot 10^{-2}$ (36)
3	Штольня 503	2,2± 0,7 (27)	1,1 ± 0,1 (14)	4,8 ± 0,1 (59)
4	Штольня 504	$3 \cdot 10^{-2} \pm 1,3 \cdot 10^{-2}$ (40)	$1,8 \cdot 10^{-2} \pm 0,6 \cdot 10^{-2}$ (24)	$2,7 \cdot 10^{-2} \pm 0,9 \cdot 10^{-2}$ (36)
5	Штольня 511	$< 6,5 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-2} \pm 0,7 \cdot 10^{-2}$ (>80)	$< 4,2 \cdot 10^{-3}$

Примечание: в скобках – доля от суммы форм нахождения, %

Распределение форм нахождения плутония носит неоднозначный характер. Отмечено, что данный радионуклид присутствует в водах во всех изучаемых формах. В зависимости от водоисточника, доля взвешенных форм колеблется от 27% до 52,4 %, форм существования плутония, ассоциированных с коллоидными веществами – от 13 до более >80 %, растворенных форм – от 13 до 59 %.

Как отмечают в работе [3], невозможно оценивать характер миграции такого нуклида, как плутоний в водной среде без учета вклада коллоидных частиц. Дальнейшие исследования по изучению миграции плутония в поверхностных и подземных водах СИП будут продолжены.

Исследование выполнено в рамках целевой программы 0122/ПЦФ-14 МОН РК (дог. № 561 от 07.04.2015 гг.).

#### Литература

1. Aidarkhanov, A.O. et al. Mechanisms for surface contamination of soils and bottom sediments in the Shagan River zone within former Semipalatinsk Nuclear Test Site // J. of Environ. Radioact. – 2013. – Vol. 124. – P. 163-170.
2. Choppin G.R., Morgenstern A. Distribution and movement of environmental plutonium // Radioact. Environ. – 2001. – Vol. 1. – P. 91-105.
3. McCarthy J.F., Zachara J.M., Subsurface transport of contaminants, Environ. Sci. Technol. – 1989. – Vol. 23. – P. 496-502.
4. Санитарные правила "Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности" // утв. Постановлением Правительства РК № 261 от 27.03.2015 г.

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА АЭРОПОРТА  
«ЮЖНЫЙ» В АКСАЙСКОМ РАЙОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ****О.И. Трипольская**Научный руководитель доцент Д.Ю. Шишкина  
*Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Международный аэропортовый комплекс «Южный» – крупнейший инфраструктурный проект Ростовской области. Работа по подготовке к реализации проекта ведется Правительством Ростовской области совместно с Министерством транспорта Российской Федерации. Место размещения проектируемого аэропорта – на территории Аксайского района Ростовской области, в четырех километрах севернее станции Грушевской.

Общая площадь земельного отвода под строительство проектируемого объекта составляет приблизительно 215 га. На территории будут располагаться здания и сооружения с различными конструкционными особенностями, в том числе: каркасные, емкостные, металлические, кирпичные и площадные. Строительство предполагается вести с применением как сухих, так и мокрых технологических процессов. Одними из главных преимуществ строительства нового аэропорта являются:

- благоприятное расположение по отношению к воздушным трассам;
- выполнение посадки и взлётов исключительно над незаселенной местностью;
- крупнейший аэропорт ЮФО.

В связи с предстоящим строительством на территории были проведены инженерно-экологические изыскания, результаты которых использованы для подготовки настоящей статьи.

Участок изысканий расположен в степной зоне на чернозёмах обыкновенных. Чернозёмы и каштановые почвы составляют основу пахотных земель Ростовской области. Они обладают высоким плодородием.

Отобранные пробы почв и грунтов были отправлены в лабораторию без предварительной подготовки и консервации. Всего отобрано 56 почвенных проб и 30 проб грунта из скважин. В 41 почвенной пробе и 20 пробах грунта определялись тяжелые металлы (медь, никель, свинец, ртуть, кадмий, цинк), мышьяк, нефтепродукты (НП), 3,4-бенз(а)пирен, рН солевого раствора. В 10-ти пробах грунта определялись радиологические показатели, такие как: удельная активность естественных радионуклидов и цезий-137. Так же при проходке 5-ти почвенных разрезов было отобрано 15 проб с целью определения агрохимических показателей, а именно: рН водного раствора, гумуса, массовой доли водорастворимых токсичных солей, обменного Na и массовой доли почвенных частиц. Микробиологические и санитарно-паразитологические исследования проводились для 10-ти объединенных проб почвы массой около 500 г, составленной из десяти точечных проб на площадках опробования № 1-10. Определяемые показатели: индекс бактерий группы кишечной палочки, индекс энтерококков, наличие патогенных бактерий (в том числе сальмонелл), яйца и личинки гельминтов, цисты кишечных патогенных простейших частиц.

Характеризуя почвенный покров в районе проектируемого строительства по агрохимическим показателям, можно сделать вывод о том, что почвенный покров согласно требованиям ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] по составу и свойствам, предъявляемым к плодородному слою почвы, относится к потенциально плодородным (глубина почвенного разреза от 0 до 100 см).



Таблица 1

Содержание химических элементов в почвах участка изысканий, мг/кг

Элемент	Содержание в почве		ПДК, ОДК [4, 5]	Среднее содержа- ние в почвах мира [1]	Среднее содержа- ние в су- песчаных почвах [3]	Среднее содержание в почвах региона [2]
	среднее	пределы				
Cu	39	20,0-50,0	132	20	11	57,1
Zn	65,1	40,0-100,0	220	50	16	62,0
Pb	14,0	8,0-20,0	130	10	31	27,0
Cd	0,29	0,19-0,52	2,0	0,05	0,07	0,5
Ni	50,0	30,0-60,0	80	40	11	23,2
Hg	0,018	0,009-0,026	2,1	0,034	0,04	0,17
As	2,85	0,77-5,1	10,0	6,5	5,1	5,1

Исследованные почвы не имеют признаков солонцеватости, массовая доля водорастворимых токсичных солей не превышает 0,25%, таким образом, значения агрохимических показателей являются благоприятными, что обуславливает необходимость снятия верхнего плодородного почвенного слоя в ходе строительства.

По содержанию тяжелых металлов и мышьяка почвенный покров и грунты зоны аэрации на изучаемой территории не являются загрязненными, поскольку ни в одной пробе измеренные значения не превышают допустимые значения. Несколько повышенные значения по сравнению с региональным фоном являются очень небольшими. Расчётный суммарный показатель химического загрязнения Zc в своем максимуме равен 3 (при допустимом 16).

Микробиологические и санитарно-паразитологические показатели почв на данной территории соответствуют установленным нормативам: уровень содержания бактерий группы кишечной палочки, энтерококков, патогенных бактерий, в т.ч. сальмонеллы, яиц, личинок гельминтов, цист кишечных патогенных простейших характеризуется как допустимый.

В целом экологическое состояние почвенного покрова участка изысканий оценивается как благоприятное.

#### Литература

1. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.
2. Закруткин В.Е. Геохимия ландшафтов и техногенез. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. – 308 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
4. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»
5. ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве»
6. ГОСТ 17.5.3.06-85 «Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ»
7. Отчет инженерно-экологических изысканий по объекту: «Строительство аэропортового комплекса «Южный»». – Ростов н/Д.: ООО «ДОНГИС», 2014.

**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА *ARMENIACA VULGARIS* LAM. В УСЛОВИЯХ КОЙБАЛЬСКОЙ СТЕПИ (ХАКАСИЯ)****К.М. Фомичева**

Научный руководитель доцент Е.Ю. Жукова

*Хакасский государственный университет им Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

Зольность представляет собой важный биогеохимический показатель, характеризующий соотношение минеральных и органических веществ в растении. Зольность – показатель приспособленности к данным условиям, чем она выше у растений, тем лучше приспособлено к условиям произрастания. Она позволяет получить представление о степени загрязнения атмосферного воздуха, характеризуя газопоглотительную способность растений [1]. Для объективной характеристики качеств листьев древесных растений необходимо учитывать их способность к накоплению зольных элементов. К факторам внешней среды, определяющим зольный состав растительных тканей, относятся: почвенные условия, температура, интенсивность осадков. Показатель содержания зольных веществ в листьях и листовом опаде важен как в аспекте химизма самого растения, так и с позиций поступления минеральных веществ из фитомассы в прочие компоненты экосистемы. Зола, или остаток, получаемый после удаления органических веществ из фитомассы, содержит целый ряд нелетучих оксидов (К, Са, Mg, Fe, Mn, Zn и др.). Содержание зольных веществ обнаруживает зависимость от принадлежности исследуемого образца к определенным органам и тканям растений. Так, доля зольного компонента высока в тканях, богатых каталитически активными белками, использующими ионы-активаторы, и ионами в составе цитозоля. Обогащенные же органическими метаболитами либо лишенные живых протопластов ткани бедны зольными веществами. В конце вегетационного периода рост зольности листьев мог быть результатом накопления поллютантов, присутствующих в воздушной среде, а также следствием высокой запыленности листовых пластинок в условиях засушливой, жаркой погоды начала осени [2].

Целью работы является изучение химического состава *Armeniacaca vulgaris* в условиях Койбальской степи (Хакасия).

В районе исследования климат Койбальской степи континентальный. Сумма температур за тёплое время года составляет 1800 – 1950. Продолжительность безморозного периода 117 – 119 дней. Годовое количество осадков 320 мм в северной части округа. Общий рельеф территории холмисто-равнинный с преобладающими высотами 300 – 350 м. Наиболее обычными почвами являются каштановые или малогумусные южные и обыкновенные чернозёмы. Зональную растительность составляют настоящие мелко-дерновинные степи [3].

Обследованные деревья произрастали в сельскохозяйственном саду с. Кирово. Район исследования является аграрным. Крупные промышленные предприятия находятся в отдалении от данной территории.

Исследования химического состава растений проводились в 2015 г. согласно стандартной методике В.В. Паницкого [4]. Была взята средняя проба с 5 деревьев. Отбор листьев для анализа проводился со среднего яруса.

Результаты исследования химического состава листьев представлены на рисунке 1.

Наибольшее количество золы находится в листьях дерева 4, что составляет 5,33%, а наименьшее количество золы в листьях дерева под № 2 – 3,33 %; количество золы в среднем составляет 4,33%.

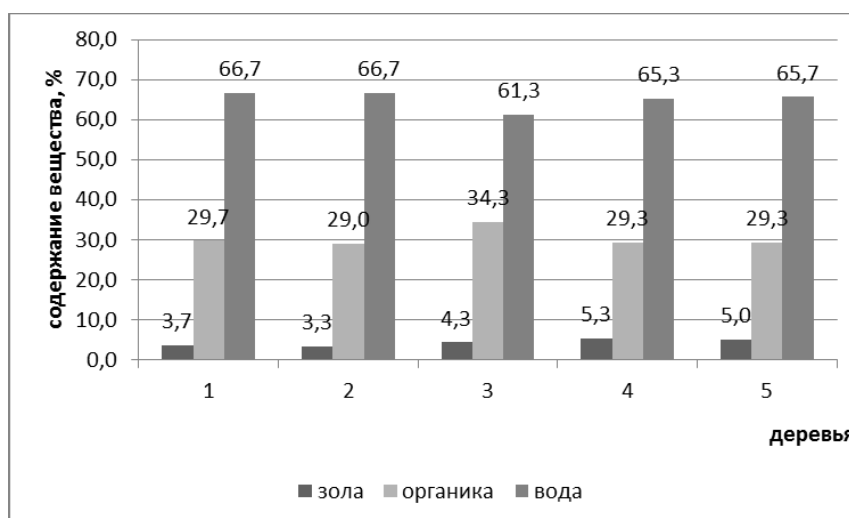


Рисунок 1 – Химический состав листьев *Armeniaca vulgaris*, 2015 г.

Как результат работы фотосинтетического аппарата является накопление органических веществ в листьях, которые затем поступают в плоды. В связи с этим, помимо зольных элементов, изучали содержание органических веществ. Наибольшее количество органики в листьях находится у дерева № 3 – 34,33%, а наименьшее у дерева 2 – 29%; среднее значение 30,33%.

Вода является важной составляющей для функционирования фотосинтетического аппарата, поэтому проанализировали содержание воды. Наибольшее количество воды в листьях выделено у дерева 1 и 2 – 66,67 % а наименьшее у дерева 3 – 61,33%, среднее значение 65,13%.

Таким образом, больше всего в листьях содержится воды, среднее значение составляет 65,13%, наибольшее количество 66,67% и наименьшее 61,33 %. Наибольшее количество органики составило – 34,33 %, а наименьшее 29% со средним количеством 30,33%. Наибольшее количество золы составляет 5,33%, а наименьшее количество золы – 3,33%; количество золы в среднем составляет 4,33%. Степень вариабельности химического состава определяли по стандартному отклонению, наименьшее стандартное отклонение отмечено для зольных элементов (0,85), наибольшее – для органических веществ (2,25) и промежуточное значение имела вода (2,21).

#### Литература

1. Есенжолова А.Ж. Биоиндикационный потенциал листьев древесных и кустарниковых растений города Темиртау / А.Ж. Есенжолова, М.С. Панин // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 3 (19). С. 160-168.
2. Кавеленова, Л. М. К специфике содержания зольных веществ в листьях древесных растений в городской среде в условиях лесостепи (на примере Самары) / Л. М. Кавеленова, А. Г. Здетовский, А. Я. Огневенко // Химия растительного сырья. 2001. №3. С. 85-90.
3. Куминова А.В., Зверева Г.А., Маскаев Ю.М. Растительный покров Хакасии / АН СССР. Сибир. отд-ние центр. Сибир. ботан. сад; отв. ред. А.В. Куминова. Новосибирск: Наука, 1976. 421 с.
4. Паницкий В. В. Руководство к летним практическим занятиям по физиологии растений. Красноярск: 1972. С. 64-65

## Секция 6

### ГЕОЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ СИСТЕМ

#### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОЗЕРА ГУСИНОЕ

Э.М. Батуева

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

Гусиное озеро - крупный водоем в Центральной Бурятии, примерно в 90-100 км от г. Улан-Удэ в направлении на юго-запад (рис. 1). Водосборная площадь бассейна оз. Гусиного равна 924 км<sup>2</sup> и имеет хорошо развитую речную сеть с суммарной длиной в 312 км.

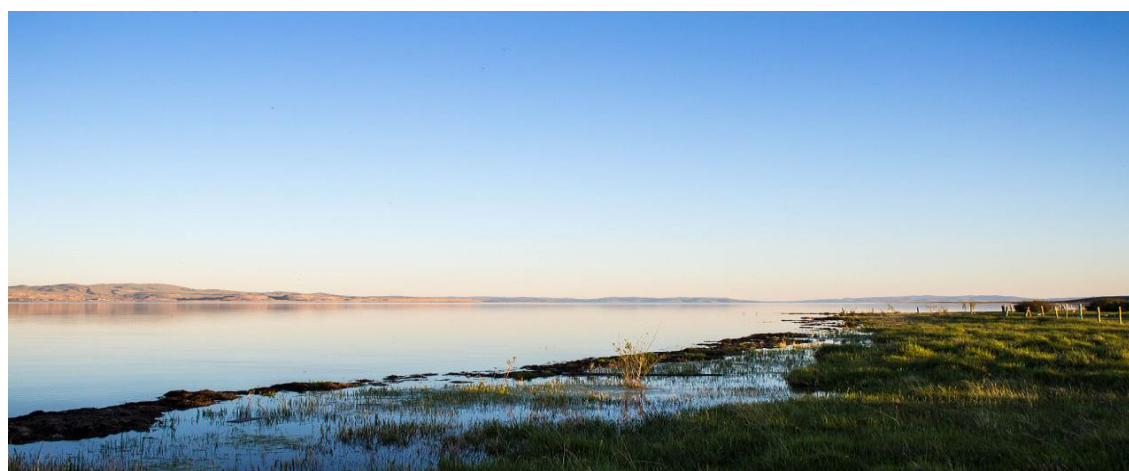


Рисунок 1 – Восточная сторона озера

Озеро Гусиное подвержено значительному антропогенному воздействию. Несмотря на то, что оно является единственным источником хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения в районе, все образующиеся сточные воды на его водосборной площади сбрасываются в озеро. Основную техногенную нагрузку испытывают поверхностные и подземные воды территории Гусиноозерского промышленного узла. Подземные воды залегают на глубине 0-3 м. Негативное воздействие на подземные воды происходит за счет инфильтрации загрязняющих и токсичных веществ золоотвалов и размещения жидких отходов.

Гусиноозерский промышленный узел является вторым после Улан-Удэнского по экономическому потенциалу, объему и масштабу воздействия на природную среду Республики Бурятия. В районе Гусиноозерского промышленного узла выделены следующие типы источников техногенного воздействия на геологическую среду: сельскохозяйственный, промышленный, энергетический, горнодобывающий, транспортный, городской. Основные объекты-загрязнители в районе: Гусиноозерская ГРЭС, угольные разрезы, автомобильные и железные дороги, склады ГСМ и муниципальные предприятия [2].

Гусиноозерская ГРЭС - крупнейший загрязнитель озера, использующий прямоточную схему водоснабжения. Наряду с большими объемами пылегазовыбросов, большая часть из которых в итоге попадает в озеро, имеется 3 выпуска сточных вод. Это теплые воды, поступающие после охлаждения агрегатов ГРЭС, промливневые стоки и воды золоотвалов. Ежегодно 650 млн. м<sup>3</sup> воды или

четверть всех ресурсов озера, проходит через агрегаты ГРЭС. Загрязнителями, связанными с функционированием ГРЭС, являются: теплые воды, поступающие после охлаждения агрегатов ГРЭС, промливневые стоки и воды золоотвалов. Одним из негативных последствий такого теплового загрязнения является увеличение температуры воды в районе сбросного канала, уменьшение прозрачности воды, отсутствие ледяного покрова в зимний период времени [2]. В зимнее время в зоне термального влияния ГРЭС образуются большие полыньи, а температура воды превышает фоновую в поверхностном слое на 13 – 14 °С, что выше биологического комплекса. Все это вызывает постепенную эвтрофикацию озера, зарастание его дна зеленой водорослью, исчезновение холодолюбивых видов рыб и т.д. [1].

Фильтрационная вода золоотвалов загрязняет воду озера взвешенными веществами, кремнием, алюминием и железом и микроэлементами.

Большое влияние на экологическое состояние озера оказывают огромные массы атмосферных выбросов ГРЭС (в среднем 830 т/год), состоящие из золы, диоксида углерода, диоксида серы, оксида азота и бенз-а-пирена, которые, в конечном итоге, осаждаются на поверхность озера.

Сточные воды ГРЭС, поступающие в озеро, по данным Бурятского центра гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, по компонентному составу характеризуются следующим образом: среднегодовая концентрация нефтепродуктов составляет 1,5 ПДК; фенолов – до 2 ПДК; железа – 3 ПДК; ионов меди – до 7 ПДК. Сброс недостаточно очищенных вод осуществляется с преобладанием нефтепродуктов. Крупным и стабильным во времени источником загрязнения Гусиного озера являются очистные сооружения г. Гусиноозёрска. На очистных сооружениях применяются механическая и биологическая очистка, после чего воды хлорируются и сбрасываются в Гусиное озеро. Качество очистки вод низкое. Причина невысокого качества сточных вод обусловлена перегруженностью очистных сооружений, особенно в зимнее время. В летнее время после сильных ливневых дождей, весной в связи с таянием снега, все потоки с мусорных городских свалок попадают напрямую в озеро.

В настоящее время на территории Гусиноозерского промышленного узла наблюдается деградация природной среды, связанная с нарушением правил природопользования: несоблюдение режимов водоохранной и санитарно-защитных зон озера, наличие несанкционированного размещения отходов производства и потребления. Усугубляет ситуацию уже сложившееся негативное состояние хозяйственно-питьевого водопользования населения, проживающего на территории, прилегающей к оз. Гусиное. Требуется быстрее экологическое оздоровление территории и принятие мер, сводящих к минимуму вредные воздействия окружающей среды на здоровье населения.

#### Литература

1. Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них (безопасность жизнедеятельности). – М.: Недра, 2003.- 495с.
2. Ульзетуева И.Д, Хахинов В.В, Намсараев Б.Б, Звонцов И.В. Гусиное озеро как индикатор загрязнения акватории Байкала. // Ж. Экология и промышленность России. № 9. 2001. С.30-313. Государственный доклад.
3. Цибудеева Д.Ц. Геоэкологические условия водопользования в речных бассейнах Республики Бурятия. Автореф. Кандидат географических наук. Барнаул 2014.



**К ОРГАНИЗАЦИИ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОЗЕРЕ БЕЛЁ****А.Н. Бичина**

Научный руководитель доцент М.Л. Махрова

*Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

Озеро Белё, как одно из уникальных озер Хакасии и самый большой минеральный водоем республики, расположено в 25 км северо-восточнее райцентра пгт Шира. Оно состоит из двух плёсов — Малого и Большого, соединенных между собой проливом. Общая площадь водной поверхности около 75 км<sup>2</sup>, длина береговой линии - 63,5 км [2]. По степени минерализации и основному солевому составу воды озера Белё относятся к минеральным лечебно-столовым водам (ГОСТ 1327388 «Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно — столовые») [1]. Этот фактор, в совокупности с климатом и окружающими природными ландшафтами, делает отдых на озере привлекательными для отдыхающих из близлежащих городов и областей.

Для сохранения целостности природных комплексов и удовлетворения потребностей населения в отдыхе, ежегодно проводятся наблюдения и учет количества и структуры отдыхающих. Летом 2015 года наблюдения проводились на юго-восточном побережье Малого плёса озера Белё в течении трех недель - с 3 по 25 июля. Исследовательская работа велась на всех базах юго - восточного берега. Длина береговой линии, на которой проводился учет, составляла 9 километров.

Как правило отдых на водоемах зависит не только от гидрологических особенностей водоема, его доступности, но и от погодных условий и их прогнозов. За весь период наблюдений погода была переменчива от тихой и ясной до дождливой с сильным ветром. За три недели было отмечено 11 ясных дней и 10 облачных, 6 дней из которых были с дождем и 4 с ветром. В дневное время температура воздуха колебалась от +18 С<sup>0</sup> до +35 С<sup>0</sup>, среднемесячная температура составила +25 С<sup>0</sup>. Поэтому количество рекреантов предсказуемо увеличилось в дни хорошей погоды и снижалось, если погода ухудшалась.

Большую значимость для отдыхающих имеет именно температурный режим, так например в субботу 04.07 на побережье было сосредоточено 4761 человек — это на 2500 человек больше, чем в другие дни с такой температурой, потому, что, не смотря на дождь, было тепло +26 С<sup>0</sup>. Максимум рекреантов пришелся на субботу третьей недели (18.07) — 7684 человека, благодаря четырем дням ясной, жаркой погоды. После этих выходных и в понедельник численность отдыхающих оставалась высокой: около 4200 человек.

В нашем случае погодные условия влияют не только на количество, но и на региональную структуру рекреантов. В основном рекреанты добираются до озера на личном автотранспорте, поэтому отдыхающие из ближайших регионов в радиусе 50 — 250 км имеют возможность добраться до дома при ухудшении погоды в отличие от людей, приезжающих из дальних регионов (более 250 км).

Как и в предыдущие годы в географии отдыхающих на озере Белё первенство сохраняет Красноярский край и его районы (96,39%). На втором месте по численности находятся отдыхающие из Республики Хакасия (2,33%), на третьем - из Томской и Иркутской областей (в совокупности 1,9%).

В недельной и месячной динамике численности отдыхающих на о. Белё так же сохраняются тенденции: количество отдыхающих возрастает к выходным дням с максимумом в субботу и с абсолютным максимумом в июле. Среднесуточное количество рекреантов в субботу составило 4992 чел./сут. при среднесуточной численности 3193 чел./сут. за весь период наблюдения. На озере Беле в основном

отдыхают люди трудоспособного возраста, который колеблется в интервале от 20 до 40 лет. К выходным увеличивается количество молодежи и семей с детьми.

Вдоль береговой линии юго-восточного побережья Малого плёса возникает неорганизованный палаточный городок, то есть туристическая инфраструктура на озере Белё переживает стадию формирования. Однако, за последние 5-6 лет рекреационная система интенсивно развивается - функционируют восемь баз: «ВСК», «Пивоваров», «Палладиум», «Галактика», «лагерь серферов», «Лазурный берег», «Бриз», «Персей». У каждой базы обязательно присутствует контрольно-пропускной пункт, на котором осуществляется оплата аренды места и туалеты. «Бриз» и «Персей» берут оплату только за нахождение на территории, что предполагает образование неорганизованного палаточного городка. На базах «ВСК», «Лазурный берег» и в «Серф-лагере», кроме места под палаточный городок, для аренды предоставляются летние домики, организованы точки горячего питания, есть возможность проката мототехники, аттракционы. Базы «Палладиум» и «Галактика» целиком состоят из арендуемых палаток и трейлеров.

Для определения отношения рекреантов к организации отдыха и инфраструктуры баз было проведено анкетирование, в котором приняло участие 30 человек (по 4 человека от каждой базы отдыха), неоднократно отдыхавших на озере. В результате выяснилось что: 92% респондентов считают, что необходимо усовершенствование инфраструктуры баз отдыха; 88% с удовольствием бы воспользовались помощью туристической фирмы для организации отдыха на озере; 67% опрошенных посещали бы вечерние мероприятия, такие как кинотеатр под открытым небом, танцевальные площадки; 58% устраивает количество точек горячего питания на территории.

К сожалению, большая часть населения, посещающая озеро Белё, тяготеет к неорганизованному отдыху, поэтому интенсивная и многочисленная рекреационная деятельность оказывает существенное влияние на почвенно - растительный покров побережья - на участках побережья в 50 м от воды достигнута четвертая стадия депрессии.

#### Литература

1. Букагин И.В, Абдин Н.Р. Край тайги, озер, пещер.. Хакасия. Ширинский район — 2- е изд., перераб. и доп. Абакан, изд-во Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. 1999. - 180 с.
2. Семкина О.С., Непомнящий В.В. Изучение ландшафтов озер Беле и Иткуль с целью оценки рекреационной нагрузки //Вестник Томского государственного университета. Томск, 2012. - С. 183 — 186.

#### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ КАДМИЯ И АЛЮМИНИЯ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ МУКСУНА И НЕЛЬМЫ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ ОБИ**

**Н.В. Борисенко**

Научный руководитель доцент Д.Н. Кыров  
*Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия*

Загрязнение водной среды, наряду с дефицитом пресной воды, является экологической проблемой глобального масштаба [1, 2]. В водоёмах увеличивается содержание веществ антропогенного происхождения, токсичность которых для

подавляющего числа водных организмов проявляется уже в малых концентрациях [2, 3]. Наибольшую экологическую опасность представляют тяжёлые металлы (ТМ), являясь одной из приоритетных групп загрязняющих веществ, имеющих как локальное и региональное, так и глобальное распространение. Их поступление в водную среду связано с техногенными и естественными источниками [4, 5].

Тяжелые металлы, поступающие из антропогенных источников загрязнения, оказывают большое влияние на водные системы. Это находит отражение в увеличении их содержания в воде, донных отложениях и биоте, что приводит к снижению продуктивности водных экосистем и потенциальной опасности для человека [2]. Известно, что в определенных концентрациях тяжелые металлы влияют не только на качество пресных вод, но и становятся токсичными для гидробионтов и аккумулируются в их тканях. В организм человека металлы могут попадать посредством трофических цепей. [3].

В связи с этим очень важно проводить мониторинг окружающей среды и применять методы, позволяющие поддерживать её должное состояние. Одним из таких важных методов для оценки качества водной среды является метод биоиндикации. Он направлен на оценку качества вод природных водоемов (или зоны загрязнения) по состоянию индикаторных видов или сообществ организмов. Рыбы занимают в биоценозах водных экосистем верхний трофический уровень и обладают выраженной способностью, наряду с другими гидробионтами, накапливать металлы. Повышенное содержание в организме рыб тяжёлых металлов свидетельствует об их значительной концентрации в водной среде, аккумуляции последних в пищевых цепях, возможном функциональном нарушении во всех звеньях экосистемы [6].

Интерес непосредственно к содержанию тяжёлых металлов в рыбах бассейна низовьев Оби связан с увеличением антропогенной нагрузки на водные экосистемы этого региона, нарушающей естественный круговорот химических элементов.

Для исследования были выбраны нельма и муксун – промысловые виды рыб, ведущих пелагический образ жизни. Рыбы были выловлены в июне 2012 г. в нижнем течении реки Оби, возле поселка Ямбура (ЯНАО) плавными сетями. Материалом для изучения послужили образцы внутренних органов (печень, почки, жабры), мышц и скелет. Образцы были предварительно лиофилизированы и разрушены с помощью метода микроволнового разложения с помощью установки MW -800. Определение концентрации кадмия и алюминия проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе Shimadzu AA-6300 с использованием графитовой печи GFA-EX7i.

Аккумуляция металлов в анализируемых органах и тканях различна. Распределение токсикантов в организме рыб характеризуется неравномерностью и зависит от функциональных особенностей органов, их кумулятивной активности и химических свойств самих металлов.

Наибольшая концентрации кадмия была обнаружена в почках муксуна  $0,804 \pm 0,147$  мкг/г сухой массы и нельмы  $0,243 \pm 0,036$  мкг/г сухой массы и печени  $0,101 \pm 0,023$  мкг/г сухой массы (муксун) и  $0,067 \pm 0,021$  мкг/г сухой массы (нельма). Это объясняется тем, что данные органы участвуют в процессах выведения и детоксикации тяжелых металлов, вследствие этого накапливают большее количество токсикантов. Относительно невысокие концентрации кадмия обнаружены в жабрах, мышцах и скелете исследуемых рыб. Наибольшие концентрации алюминия выявлены в жабрах  $198,182 \pm 23,758$  мкг/г сухой массы (муксун) и  $83,237 \pm 17,628$  мкг/г сухой массы (нельма) и почках  $102,611 \pm 12,487$  мкг/г

сухой массы (муксун) и  $43,727 \pm 10,657$  мкг/г сухой массы (нельма). Высокие концентрации алюминия в жабрах может быть связана с процессами его осаждения на жабрах при фильтрации воды. Относительно невысокие концентрации алюминия обнаружены в печени, мышцах и скелете.

По способности к аккумуляции ионов исследуемых металлов в органах и тканях рыб были выявлены следующие усредненные ряды распределения: почки>печень>жабры>мышцы>скелет для кадмия и жабры>почки>печень>мышцы>скелет для алюминия, что свидетельствует о неоднородности распределения металлов.

Спектральный анализ содержания элементов в органах и тканях изучаемых видов рыб показал, что среднее содержание алюминия и кадмия не превышает допустимые концентрации. Относительно невысокие концентрации металлов могут свидетельствовать, в том числе, о слабом загрязнении нижнего течения р. Оби.

В целом необходимо регулярно отслеживать содержание металлов, в том числе и токсичных, в организме рыб, обитающих не только в загрязненных водоемах, но и в относительно чистых. Это позволит накапливать информацию о фоновом содержании изучаемых элементов в организме рыб и оценивать антропогенную нагрузку на водоёмы, используя методы ихтиоиндикации.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства РФ, постановление №220 от 09.04.10 (договор №11.G34.31.0036 от 25.11.10)*

#### Литература

1. Atli, G. Enzymatic responses to metal exposures in a freshwater fish *Oreochromis niloticus* / G. Atli, M. Canli // *Comparative Biochemistry and Physiology*. – 2007. – №145. – P. 282–287.
2. Манихин, В.И. Растворенные и подвижные формы тяжёлых металлов в донных отложениях пресноводных экосистем / В.И. Манихин, А.М. Никоноров. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 183 с.
3. Моисеенко, Т.И. Антропогенная изменчивость пресноводных экосистем и критерии оценки качества вод / Т.И. Моисеенко // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. – 2003. – Т. 19. – С. 72.
4. Мынбаева, Б.Н. Биодиагностика загрязнения городских почв тяжелыми металлами / Б.Н. Мынбаева. – Алматы: КазНПУ им. Абая, 2010. – 112 с.
5. Титова, В.И. Экотоксикология тяжелых металлов / В.И. Титова, М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова // *Учебное пособие*. - 2001.- С. 135.
6. Флерова, Б.А. Актуальные проблемы водной токсикологии / Б.А. Флерова. – Борок, 2004. – 248 с.

#### ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕКИ ВАСЮГАН ПО ОСНОВНЫМ ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

А.Ю. Волженина

Научный руководитель

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Река Васюган протекает по территории Каргасокского района Томской области, расположена на юге Западно-Сибирской равнины. Свое начало берет в Большом Васюганском болоте на высоте 125 м над уровнем моря и впадает в р. Обь на уровне 48,3 м. Длина реки — 1082 км, судоходна на расстоянии 886 км от устья, площадь её водосборного бассейна — 61 800 км<sup>2</sup>. [3]

В пределах Томской области более десяти нефтяных месторождений расположено в бассейне реки Васюган. Поэтому загрязненность речных вод исследуемой территории, прежде всего, связывают с негативным воздействием объектов нефтедобычи.

По химическому составу (табл.1) воды р. Васюган относятся к гидрокарбонатным магниево-кальциевым. По величине рН воды относятся в основном к нейтральным и слабокислым. По величине минерализации характеризуются как ультрапресные и пресные. По величине общей жесткости воды являются мягкими и умеренно жесткими. Формула М. Г. Курлова имеет следующий вид:

$$M_{0,2} \frac{HCO_3 83}{Ca 57 Mg 26} pH 7,2$$

Таблица 1

Основные показатели химического состава р. Васюган

Показатели	ПДК р/х. [1]	Номер пробы						Средние значения
		1	2	3	4	5	6	
рН, ед.рН	6,5-8,5	7,4	7,3	6,5	7,0	7,5	7,4	7,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>		163,0	110,5	159,0	109,5	164,9	198,3	150,9
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	300	5,62	4,51	5,70	3,10	7,6	1,00	4,59
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	100	45,7	38,7	2,0	11,1	10,4	2,5	18,4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	40	0,50	0,50	2,30	0,12	1,39	3,48	1,38
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,014	0,026	0,010	0,010	0,030	0,010	0,017
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,355	0,377	0,370	0,190	0,050	0,160	0,250
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,5	1,58	1,74	0,10	0,95	1,30	0,46	1,02
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	180	35,27	25,45	40,00	28,50	34,10	52,10	35,90
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	40	9,48	8,26	9,80	6,00	15,80	9,70	9,84
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	120	28,76	18,28	3,10	12,10	6,50	6,00	12,46
Об. жесткость, ммоль/дм <sup>3</sup>	10	2,54	1,95	2,80	1,91	3,00	3,40	2,60
Fe <sub>об</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,1	3,98	4,58	3,00	1,06	1,89	1,14	2,61
Mn <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,15	0,15	0,09	-	0,03	-	0,10
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>		287,8	205,7	219,6	170,3	239,3	269,6	232,1
Перм.окис-ть, мг/дм <sup>3</sup>	5-10	53,49	59,88	-	-	-	-	56,69
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	15	100	104	-	-	-	-	102
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	3	-	1,6	-	-	-	2,7	2,2
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,237	0,117	-	-	0,020	0,03	0,101
Cd, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,0005	0,0005	0,0003	-	0,001	-	0,0006
Pb, мг/дм <sup>3</sup>	0,006	0,003	0,003	0,003	-	0,002	-	0,003
Cu, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,028	0,014	0,002	-	0,001	-	0,011
Zn, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,109	0,071	0,023	-	0,005	-	0,052
Si, мг/дм <sup>3</sup>	10	-	-	4,4	2,65	5,6	9,1	5,4
C <sub>орг</sub> , мг/дм <sup>3</sup>		-	-	11,2	24,9	16,9	-	17,7

Оценку качества воды р. Васюган проводили по методу комплексной оценки степени загрязненности в соответствии с РД 52.24.643-2002 [2].



Согласно проведенным расчетам в воде р. Васюган наблюдается превышение ПДК по 9 ингредиентам химического состава воды из 18 определяемых показателей. Уровень загрязненности воды этими ингредиентами различен. По соединениям железа, марганца и меди наблюдался «высокий» уровень загрязненности воды. Для фосфатов, аммонийного азота, ХПК и нефтепродуктов характерен «средний» уровень загрязненности. Для нитритов и соединений цинка характерен «низкий» уровень загрязненности вод [1].

Низкое качество поверхностных вод определяется как природными, так и техногенными факторами. Большое содержание железа и марганца обусловлено высокой заболоченностью водосборной площади р. Васюган (более 30%). Содержание нефтепродуктов может быть связано как с природными источниками поступления нефтепродуктов в воды, так и с воздействием на водные экосистемы антропогенных факторов, таких как добыча нефти. Повышенные значения биогенных элементов, таких как азот и фосфор, могут служить индикаторами загрязнения речных вод в результате неправильного применения минеральных и органических удобрений или загрязнения органическими веществами животного происхождения, привносимых с поверхностным стоком.

Таким образом, воды реки Васюган по величине УКИЗВ характеризуются как «грязные», 4 класс, разряд «б». Приоритетными загрязняющими веществами реки Васюган являются соединения железа, марганца, меди, нефтепродукты и органические вещества.

#### Литература

1. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения / Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 №20
2. РД 52.24.643-2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Росгидромет. - СПб. Гидрометеиздат, 2003 г.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь. Монография. - Л.: Гидрометеиздат, 1972 г.

#### **ВОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

**Е.А. Ворожейкина, В.В. Дребот**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Основной проблемой жителей Крымского полуострова после воссоединения с Россией 18 марта 2014 года является дефицит пресных вод в результате перекрытия Украиной шлюзов Северо–Крымского канала, который в свою очередь являлся основным источником водоснабжения региона. Таким образом, изучение водных ресурсов республики является наиболее актуальной задачей для Российской Федерации.

Известно, что подземные воды территории Крыма распространены почти повсеместно. Однако как типы их, так и условия накопления, залегания, циркуляции, количество и качество, а также условия эксплуатации – очень

различны в пределах различных районов Крыма. Ресурсы подземных вод в целом достаточно большие. Гидрогеологическое строение территории Крыма, иначе говоря, присущие ей гидрогеологические структуры тесно связаны с рельефом, который отражает гидрогеологическую сущность территории Крыма. Гидрогеологические структуры Крыма представлены артезианскими бассейнами и складчатыми гидрогеологическими областями.

Вся степная и предгорная часть Крыма к северу от главной горной гряды, за исключением Керченского и Тарханкутского полуостровов, является артезианским бассейном. Северной границы данного бассейна в пределах Крыма нет, т.к. этот бассейн представляет собой только южной (Крымское крыло). Как гидрогеологический район, бассейн занимает северную и северо-восточную часть полуострова. Крымский артезианский бассейн является бассейном открытого типа и областью развития напорных пластовых вод.

Складчатая гидрогеологическая область Керченского полуострова характеризуется на целом ряде небольших участков напорными пластовыми водами, а также водами пластво-трещенного и иногда карстового типов. На Керченском полуострове ресурсы подземных вод весьма ограничены.

Гидрогеологический район Горного Крыма занимает самую южную часть Крымского полуострова, гранича на севере с артезианским бассейном и на юге замыкаясь береговой линией Черного моря. Район занимает площадь, сложенную отложениями юры и Таврической свиты, которые сильно дислоцированы и прорваны интрузиями изверженных пород. Гидрогеологическая складчатая область Горного Крыма является весьма сложной в отношении своего рельефа, геологии и подземных вод, представляя собой весьма расчлененную настоящую горную страну. Подземные воды на территории района имеются в четвертичных и верхнеюрских отложениях и в очень небольшой степени среднеюрских. В незначительных количествах воды встречаются в породах Таврической формации, изверженных породах и вулканических туфах. Главное значение в районе имеют подземные воды в закарстованных известняках верхнеюрского возраста, слагающих Главную горную гряду. Все остальные воды в аллювиальных отложениях, в делювиальных и делювиально-детрузивных отложениях имеют подчиненное значение [1].

Засушливый климат равнинной части Крыма и Керченского полуострова, отсутствие здесь крупных многоводных рек, своеобразие гидрогеологических условий Крымских гор являются причиной того, что ряд районов испытывает острый недостаток в воде [2].

В Крыму насчитывается более 1657 постоянных и временных водотоков (рек, ручьев, балок и крупных оврагов) общей протяженностью 5996 км, среди них собственно рек около 150. Реки Крымского полуострова относятся к бассейнам Черного и Азовского морей [2]. Крымские реки использовались главным образом для орошения и водоснабжения. Однако даже строительство водохранилищ в горах не могло обеспечить нужным количеством воды весь Равнинный Крым. Для этой цели и был сооружен Северо-Крымского канала длиной 425 км [3].

Кроме того, Крымский полуостров весьма богат минеральными источниками. Разведка крымских углекислых минеральных вод, была начата еще в 1917 г. академиком Владимиром Афанасьевичем Обручевым.

Минеральные воды занимают немаловажное место в лечебном арсенале крымских курортов. Источников минеральных вод более сотни. Они находятся в районах Керчи, Бахчисарая, Нижнегорска, Белогорска, Старого Крыма, Джанкоя, на

Азовском побережье мыса Казантип, однако разработаны и используются с лечебной целью немногие — около десяти.

На полуострове есть углекислые, сероводородные, метановые, азотные, слаборадоновые, воды смешанного газового состава и негазирующие, а также отчасти и термы (теплые и горячие воды). Ионно-солевой состав минеральных вод Крыма весьма разнообразен — есть среди них соленые, содовые, железистые, соляно-щелочные и т.д. Суммарные запасы разведанных месторождений минеральных вод различного химического состава составляют свыше 1,5 тыс. м<sup>3</sup> в сутки [3].

Таким образом, очевидно, что Республика Крым обогащена ресурсами природных вод. Дальнейшее изучение вод полуострова имеет неопределимое практическое значение.

#### Литература

1. Альбов, С. В. Гидрогеология Крыма / С. В. Альбов; Академия наук Украинской ССР (АН УССР), Крымский филиал. — Киев: Изд-во АН УССР, 1956. — 277 с.: ил.. — Библиогр.: с. 260-273.
2. Гидрогеология СССР: В 50 т. / Гл. ред. А. В. Сидоренко. — М.: Недра, 1966-Т. 8: Крым. — 1970. — 364 с.: ил.. — Библиогр.: с. 358-364.
3. Шейко Н.И., Маньшина Н.В. Крым ; Путешествие за здоровьем. Исторический путеводитель. — М. : Вече, 2005. — 286 с.

#### ПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕФИЦИТА ПРЕСНЫХ ВОД НА КРЫМСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

**Е.А. Ворожейкина, В.В. Дребот**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

После воссоединения Крыма с Россией 18 марта 2014 года приходится решать немало задач, позволяющих обеспечить полноценные условия жизни новым гражданам страны. Одна из наиболее серьезных проблем - снабжение полуострова пресной водой. Основным источником водоснабжения являлся Северо-Крымский канал, построенный в 1961—1971 годах для орошения земель засушливых регионов Херсонской и Крымской областей Украинской ССР водами реки Днепр при отборе её из Каховского водохранилища. 26 апреля Украина прикрыла шлюзы Северо-Крымского канала, после чего доступ воды на территорию Крымского полуострова почти полностью прекратился.

Существует несколько вариантов водоснабжения Крымского полуострова, но у каждого из них есть глобальное «НО». Во-первых, предлагается использование для обеспечения хозяйственной деятельности в Крыму другие внешние источники воды. Однако для Крыма другие сколько-нибудь реалистичные варианты водоснабжения за счет внешних источников пока не просматриваются. И их появление представляется крайне маловероятным. Предлагаемый проект переброски в Крым воды из реки Кубань неприемлем. Бассейн Кубани сам находится в числе водонедостаточных регионов, в маловодные годы потребность в пресной воде здесь удовлетворяется в лучшем случае на 60%. Строительство водохранилища в нижнем течении Кубани, каналов, насосных станций и других объектов, сооружение водовода под (или над) Керченским проливом потребуют, по

явно заниженным оценкам, порядка 200 млрд рублей капитальных вложений. И главное - всё это не решит проблем Крыма. В среднем одно из трех лет в этих краях - засушливое, и в такой период подача воды через эту систему прекратится. То есть тогда, когда она будет особенно нужна. Распространять крымскую водную проблему на Краснодарский край - во всех отношениях неприемлемо.

Вторым предложением является сокращение потребления воды, используемой в сельском хозяйстве. Однако, если отказаться от рисосеяния, то подача воды из Северо-Крымского канала может быть уменьшена до 850-900 млн м<sup>3</sup>. Это минимальный объем, позволяющий обеспечивать самые скромные потребности сельского хозяйства. А в нем занята значительная часть трудоспособного населения степного Крыма.

Третий выход из сложившейся ситуации – это бурение скважин, но Крыму нужно гораздо больше воды, а подземные карстовые полости и водоносные пласты наполняются только весной, после таяния снегов в горах. Поэтому наличие воды в них циклично. Сейчас ее почти нет. Институт водных проблем РАН располагает полной информацией о гидрогеологических исследованиях в Крыму, выполненных в советское время [1].

Логично, что после доводов исследователей возникает вопрос, сопровождающийся паникой: «какой же может быть выход из сложившейся ситуации?». По словам российского ученого Виктора Данилова-Данильяна, в ближайшие четыре-пять лет альтернативы Северо-Крымскому каналу не будет. Поэтому надо добиваться от Украины продолжения его функционирования. За поставляемую воду придется платить, но при любых обстоятельствах эти затраты будут ниже каких бы то ни было других, позволяющих приблизиться к решению вопроса.

Минимальная стоимость 1350 млн м<sup>3</sup> воды в соответствии с мировой практикой составляет около 400 млн долл. В конечном счете, цена может определиться только в результате переговоров. Существенное значение имеет тот факт, что вода из Каховского водохранилища, питающего Северо-Крымский канал, используется на Украине только для очень скромных по масштабам оросительных систем Херсонской области. Поэтому иных вариантов ее использования, конечно, не считая сброса в Черное море, у Украины нет.

Существующие сегодня экономические трудности Украины вынудят страну искать дополнительные источники дохода. Поэтому платой за воду из Северо-Крымского канала (а она может быть значительной) вряд ли пренебрегут. Рост экономики полуострова будет обеспечен при поступлении из Северо-Крымского канала 2 км<sup>3</sup> воды в год. Максимальная пропускная способность канала существенно выше - до 9,45 км<sup>3</sup>, на входе в Крым - 6,62 км<sup>3</sup>. Это заведомо превышает потребности Республики Крым и города Севастополя при самых водоемких сценариях развития в будущем.

Следует подчеркнуть, что в случае прекращения подачи воды из Северо-Крымского канала проблема ее нехватки станет не просто основной - по сути единственной для Крыма, находящегося в составе Российской Федерации. При населении этой части Республики Крым - около или немного более 300 тысяч человек - требуемый объем составит не менее 1 млн литров в день. Доставка такого количества воды возможна. Очевидный, но дорогой способ - бутилированная вода. Известны способы подготовки нефтеналивных танкеров для перевозки питьевой воды, на это уходит около суток. На Волге функционируют 43 танкера «Волгонефть» водоизмещением 5000 регистровых тонн и 5 танкеров «Лена»

водоизмещением 3000 регистровых тонн. В навигацию 2014 года 28 танкеров будут свободны от эксплуатации. Время хода танкера Волгоград - Азов - Волгоград составляет шесть суток, стоимость использованных горюче-смазочных материалов за время перехода - 700 тысяч рублей. При продлении этого маршрута до Керчи эти цифры должны быть увеличены примерно на 25%. На танкеры следует ориентироваться, в основном, только в случае аварийных ситуаций. При благоприятном развитии событий возможно даже прекращение этой зависимости. Такая перспектива связана, прежде всего, с поисками месторождений подземных вод. Например, возможно обнаружение антропогенных месторождений, образовавшихся в результате фильтрации воды при эксплуатации этого канала в течение почти полувека. По оценкам специалистов, фильтрационные потери воды на крымском участке канала составляют порядка 40% [1].

Однако Киев, в свою очередь, не готов к подобному сотрудничеству. «Мы готовы платить за воду по мировым стандартам. Хотя мировая практика и юриспруденция говорит, что нужно брать плату за транспортировку питьевой воды, а не за саму воду», — сказал вице-премьер. По словам Темиргалиева, соответствующие пакеты документов на заключение соглашения о поставках и расчетах за днепровскую воду уже четыре раза передавали в Госводхоз Украины, однако глава ведомства Василий Сташук дает им обратный ход. В связи с чем можно сделать вывод, что данная проблема политически ангажирована. Темиргалиев считает, что перекрытие поставки воды в Крым является «одним из рычагов мести Крыму киевской властью» [3]

Остается надеяться, что власти Украины будут реально смотреть на ситуацию Крыма, будут благосклонны, оставляя свои принципы и «скрытые обиды».

#### Литература

1. Данилов-Данилян, В. И. На сухом пайке? // Поиск. — 2014. — № 21.
2. Шейко Н.И., Маньшина Н.В.. Крым ; Путешествие за здоровьем. Исторический путеводитель. — М. : Вече, 2005. — 286 с.
3. [http://slon.ru/economics/voda\\_kryma\\_nuzhna\\_li\\_novaya\\_stroyka\\_na\\_veka-1091143.xhtml](http://slon.ru/economics/voda_kryma_nuzhna_li_novaya_stroyka_na_veka-1091143.xhtml)

### **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ШАДРИНСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД**

**Е.А. Ворожейкина, В.В. Дребот**

Научный руководитель доцент О.Г. Токаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Благодаря особому ионному и газовому составу, а также повышенному содержанию биологически активных компонентов, оказывающих положительное лечебное воздействие на организм человека, минеральные воды считаются наиболее ценным и полезным природным ресурсом. Отнесение тех или иных подземных вод к минеральным, а также их использование для внутреннего применения осуществляется согласно национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р 54316-2011.

Так, согласно стандарту, минеральные природные питьевые воды – это подземные воды, добытые из водоносных горизонтов или водоносных комплексов,



защищенные от антропогенного воздействия, сохраняющие естественный химический состав и относящийся к пищевым продуктам, а при наличии повышенного содержания отдельных биологически активных компонентов (бора, брома, мышьяка, железа суммарного, йода, кремния, органических веществ, свободной двуокиси углерода) или повышенной минерализацией, оказывающее лечебное профилактическое действие [3].

Целью настоящей работы является сравнение химического состава эксплуатационных скважин Шадринского месторождения минеральных вод.

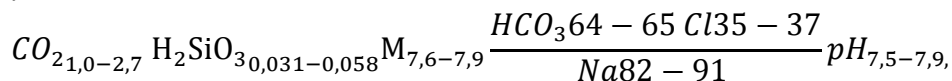
Согласно ГОСТ Р 54316-2011, минеральные воды Шадринского месторождения показаны к применению при заболеваниях кишечника, печени, желчного пузыря, желчевыводящих путей, обмена веществ.

Шадринское месторождение расположено в западной периферийной части Тобольского артезианского бассейна. Углекислые воды в районе г. Шадринска Курганской обл. впервые выделены в 1970 г. при проведении в долине р. Исети разведочных работ на пресные подземные воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения города [2]. Особенностью инъекционных месторождений в артезианских бассейнах является многопластовость водоносной системы, представленной здесь этажно залегающими водоносными горизонтами, разделенными слабопроницаемыми пластами. Минеральная вода «Шадринская» выводится на поверхность земли из скважины № 315 самоизливом с глубины 285 метров, что обуславливает экологическую чистоту продукта. В настоящее время отбор углекислых минеральных вод ведется на нескольких относительно небольших водозаборных участках с общими утвержденными запасами 207,5 м<sup>3</sup>/сут (в том числе 63,5 м<sup>3</sup>/сут — по кат. В и 144 м<sup>3</sup>/сут — по кат. С1) [1].

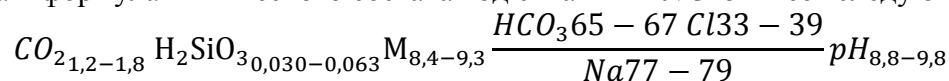
Месторождение минеральных вод приурочено к верхнемеловому (камышловско-зайковскому) горизонту и выявлено только в этой водопроницаемой толще многопластовой водоносной системы района.

На Шадринском месторождении имеется около 30 скважин, но только единицы из них являются эксплуатационными, то есть скважинами, из которых осуществляется добыча минеральной воды с целью её дальнейшей переработки. Большая часть скважин месторождения являются наблюдательными и разведочными [1]. В настоящее время эксплуатационными являются скважины №№315 и 319 [6]. В данной работе приведен сравнительный анализ химического состава минеральных вод именно этих скважин (табл. 1).

Формула ионно-солевого состава вод скважины №319 выглядит следующим образом:



тогда как формула химического состава вод скважины №315 имеет следующий вид:



Воды Шадринского месторождения можно отнести к среднеминерализованным лечебно-столовым водам, углекислым, хлоридно-гидрокарбонатным натриевым. Воды отличаются повышенной концентрацией кремниевой кислоты и низким или полным отсутствием сульфат-иона. В воде наблюдаются невысокие концентрации относительно установленных ГОСТом кондиций относительно бора 3,8-4,4 мг/л и йода

0,8-1,9 мг/л. Содержания лития и фтора, которые ГОСТом не регламентируются, варьируют в пределах 0,2-0,4 и 0,3-0,5 мг/л, соответственно. Надо отметить, что

содержание последнего является невысоким по сравнению с термальными водами, например, Байкальской рифтовой зоны [5], где его содержание достигает 47 мг/л.

Видно, что воды скв. №315 являются более минерализованными и более щелочными, в отличие от скв. №319 (рис. 1). Вероятнее всего, это связано с глубиной залегания водоносного горизонта минеральных вод. В обеих скважинах наблюдаются схожие концентрации углекислого газа, однако, рН раствора при этом разные.

Таблица 1

*Химический состав углекислых минеральных вод Шадринского месторождения, мг/л*

Год отбора	рН*	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Минерализация	NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>
<b>Скважина 319</b>												
1999	7,6	1628,0	4087,0	1342,0	2	1989,0	56,5	160,0	107,0	7775,5	0,08	32,0
	7,8	1258,4	4076,0	1364,9	–	1952,0	42,3	150,0	116,6	7737,2	8,4	35,4
	7,5	1205,6	4063,8	1364,9	–	1977,1	42,6	162,8	109,7	7775,93	8,2	55,03
	7,6	1267,2	4088,2	1347,2	–	1921,4	42,3	156,5	118,4	7727,1	5,7	33,1
	7,8	16223	4039,3	1311,8	–	1997,1	41,5	165,4	113,3	7726,6	7,8	58,2
2000	7,5	1140,0	4063,8	1347,2	–	1950,2	14,5	155,4	117,6	7702,5	8,2	53,8
	7,9	1587,2	4076,0	1347,2	–	1959,5	40,7	164,8	113,3	7756,2	7,6	54,7
	7,6	1188,0	4112,6	1347,2	–	2052,1	41,3	163,1	115,5	7887,2	7,0	55,4
	7,8	1091,2	4088,2	1311,8	–	1937,5	42,2	154,9	111,0	7693,1	12,5	47,5
2001	7,9	2706,0	4051,5	1294,0	–	2163,8	42,2	74,8	53,7	7711,0	7,6	31,0
<b>Скважина 315</b>												
1998	8,8	1672,0	4904,4	1455,5	–	2254,5	43,5	250,9	158,8	9097,7	9,5	30,07
	9,1	1760,0	4966,8	1506,7	–	2155,6	42,2	221,6	189,4	9082,3	9,5	–
1999	9,7	1537,6	4910,5	1473,3	4,1	2156,9	42,3	222,8	163,3	9006,8	7,3	33,6
	9,5	1535,0	5125,5	1453,6	1,2	2218,8	40,0	223,4	164,7	9262,2	0,96	35,0
	8,9	1837,0	5003,4	1524,5	–	2268,5	45,2	231,3	162,5	9235,4	11,7	–
	9,1	1735,8	4896,6	1489,0	2,5	2125,0	43,5	222,6	159,9	9000,4	9,4	61,3
	9,1	1760,0	4844,8	1506,8	–	2275,0	42,4	228,8	161,4	9120,0	10,6	60,8
2000	8,9	1214,4	4893,6	1524,5	–	2148,1	43,4	212,8	161,1	9035,8	12,6	52,3
	9,2	1311,2	4698,3	1506,8	–	2157,9	40,6	212,7	153,5	8784,9	11,6	15,08
	9,5	1284,8	4881,4	1524,5	–	2282,2	10,6	228,7	165,1	9152,01	10,2	59,51
	8,8	1204,0	4893,6	1524,5	–	2148,1	43,4	212,8	161,1	9035,8	12,6	52,3
2001	9,4	1364,0	4979,0	1524,5	–	2225,7	43,3	233,9	158,3	9227,3	11,7	62,6

\* – пределы рН взяты из [1]

В работе [1] показано, что минеральные воды образуются с участием вод верхнемелового водоносного горизонта в результате их насыщения углекислым газом. Считается, что источником углекислотного флюида являются осадочные карбонат-содержащие породы девона и карбона, слагающие фундамент Западно-Сибирской плиты. В районе г. Шадринска фундамент плиты погружается под более древние архейско-протерозойские породы под углом примерно 30°. Здесь глубина погружения карбонат-содержащих пород достигает 20 – 30 км, а пластовая температура – до 300 – 450 °С. Это приводит к выделению из погружающихся осадочных пород девона и карбона метаморфогенного углекислого газа. Последний поступает в верхнемеловой водоносный горизонт по зонам разрывных нарушений. Подобная модель формирования углекислых минеральных вод представлена в

работе [4] на примере Терсинского месторождения, где углекислый газ поступает по региональному разлому.

Месторождение является удивительным еще и потому, что выделяется неоднородностью химического состава вод. Анализ данных указывает на то, что пробы со скважин на исследуемой территории различны. Уникально Шадринское месторождение минеральных вод тем, что на небольшой площади (около 60 кв. км.), которое занимает месторождение, выведены минеральные воды различных типов, аналогичные Боржоми, Ессентуки № 4, Ессентуки № 17. Согласно современному стандарту ГОСТ Р 54316-2011 выделяется шадринский тип минеральных вод [1, 3].

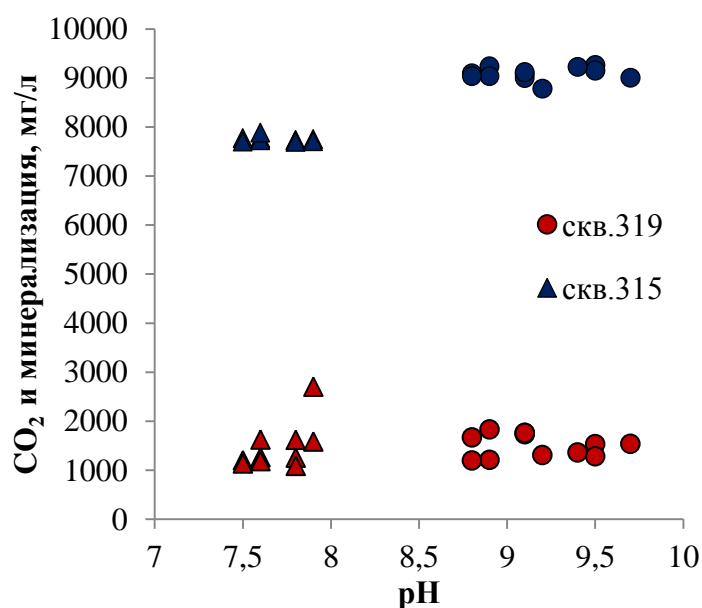


Рисунок 1 – Содержание углекислого газа, pH и минерализации в минеральных водах Шадринского месторождения (красным обозначено содержание углекислого газа, синим – минерализация)

Таким образом, минеральные воды, представленные верхнемеловым (камышловско-зайковским) водоносным горизонтом, отличаются своим неоднородным химическим составом. Это позволяет добывать воды одной водопроницаемой толщи с различным химическим составом. Следовательно, данный водоносный горизонт является уникальным по своей структуре. Эксплуатационные скважины имеют свои оригинальные показатели по химическому составу, что в конечном итоге определяет качество и вкусовые характеристики минеральной воды.

#### Литература

1. Вишняк А.И., Четверкин И.А., Новиков В.П., Плотникова Р.И. Гидрогеологическая модель Шадринского месторождения углекислых минеральных вод как основа оценки его запасов // Разведка и охрана недр. – 2011. – №. 11 – С. 35–43
2. Вечканова Е.И. Гидрогеохимические условия Курганской области // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 150-летию со дня рождения академика В. А. Обручева и 130-летию академика М. А.

Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 518-521.

3. ГОСТ Р 54316-2011 Воды минеральные природные питьевые. – М.: Стандартиформ, 2011.

4. Копылова Ю.Г., Лепокурова О.Е., Токаренко О.Г., Шварцев С.Л. Химический состав и генезис углекислых минеральных вод месторождения Терсинское (Кузбасс) // Доклады Академии наук. – 2011. – Т. 436 – №. 6. – С. 804–808.

5. Плюснин А.М., Замана Л.В., Шварцев С.Л., Токаренко О. Г., Чернявский М.К. Гидрогеохимические особенности состава азотных терм байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54 – №. 5. – С. 647–664.

6. <http://milk45.ru/product/mineralnaya-voda/shadrinskaya-319/data//2015/1022.html> (дата обращения: 22.10.2015).

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ТЕРРИТОРИИ АГЛОМЕРАЦИИ ГОРОДА ГОРНО-АЛТАЙСКА

Р.В. Габитов

Научный руководитель ассистент Е.В. Перегудина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия.*

Агломерация Горно-Алтайск - наиболее крупная урбанизированная территория Республики Алтай, где проживает 40 % населения республики. Горно-Алтайск расположен в северо-западной части Республики Алтай, в месте слияния рек Улалушки и Маймы, которые впадают в р. Катунь, к которой относятся все реки Майминского района.

Согласно данным проведенных в 2011 году исследований поверхностные воды города соответствовали требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 и ГН 2.1.5.1315-03. Основная их часть соответствовала гигиеническим требованиям к охране поверхностных вод [2]. Значительно хуже экологическое состояние малых рек, о чем свидетельствуют полученные в отчетном году и в предыдущий период данные аналитического контроля воды рек Майма, Улалушка [1]. Минерализация их воды в предыдущие годы составляла для р. Майма – 160.9-388.7 мг/дм<sup>3</sup>, р. Улалушка – 180.5-466.8 мг/дм<sup>3</sup>.

В р. Майма загрязняющие вещества поступают как с поверхностным стоком, так и со сточными водами предприятий города Горно-Алтайска и села Майма. Существенный вклад в загрязнение реки вносят очистные сооружения города, полигон ТБО и мелкие несанкционированные свалки бытовых отходов [4]. Имеющиеся данные позволяют сделать вывод о неблагоприятном экологическом состоянии воды р. Майма на территории промышленно-селитебной агломерации республиканского центра.

Поверхностные воды реки Майма и ее притоков относятся к пресным (минерализация 150-450 мг/дм<sup>3</sup>), мягким (жесткость 0,8-4,6 мг-экв/дм<sup>3</sup>), нейтральным или слабощелочным (рН 7,0-8,2) водам гидрокарбонатного кальциевого типа [5]. Степень антропогенной трансформации речных вод в целом низкая и выражается в небольшом увеличении содержания сульфатов, хлоридов, фосфатов, тяжелых металлов и более значительном – азотистых соединений и ХПК. Кислородный режим речных вод находится на удовлетворительном уровне:

содержание кислорода  $6-8 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ , химическое и биологическое потребление кислорода –  $5,7-8,7 \text{ мгО}/\text{дм}^3$  и  $2-3 \text{ мгО}/\text{дм}^3$  соответственно [3].

Автором статьи отобраны пробы поверхностных вод в реках и ручьях на территории агломерации, проведены экспресс измерения рН, ОМ и ХПК воды. Измерения данных показателей и отборы проб воды проводились в 36 точках (табл. 1, рис. 1).

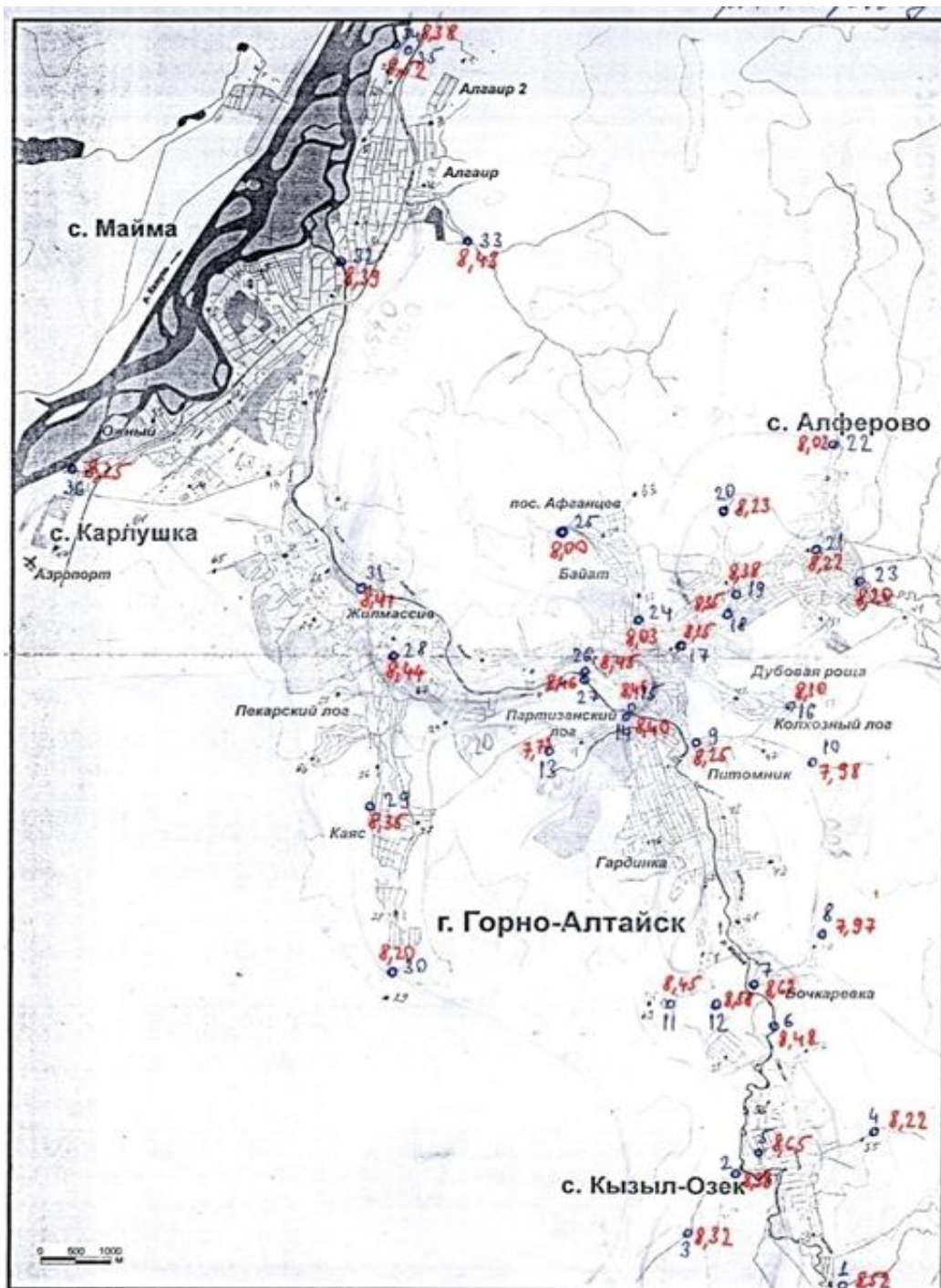


Рисунок 1 – Карта распределения точек опробования поверхностных вод



Таблица 1

Данные опробования поверхностных вод агломерации Горно-Алтайска

№ точек	Населенный пункт	Водный объект (часть объекта)	pH	ОМ, мг/дм <sup>3</sup>	ХПК, мгО/дм <sup>3</sup>
1	Кызыл-Озек	р.Майма (выше села)	8,52	163	0,87
2	Кызыл-Озек	р. Мал. Сиульта (устье)	8,38	171	1,22
3	Кызыл-Озек	р. Мал. Сиульта (выше устья)	8,32	169	2,91
4	Кызыл-Озек	р. Вахта (выше устья)	8,22	150	3,26
5	Кызыл-Озек	р. Вахта (устье)	8,65	177	2,30
6	Кызыл-Озек	р. Майма (ниже села)	8,48	163	0,87
7	Горно-Алтайск	руч. Бочкаревский (устье)	8,62	164	0,74
8	Горно-Алтайск	руч. Бочкаревский (выше устья)	7,97	108	4,91
9	Горно-Алтайск	руч. Плодоваягодный (устье)	8,25	266	2,00
10	Горно-Алтайск	руч. Плодоваягодный (выше устья)	7,98	145	5,70
11	Горно-Алтайск	р. Еланда (у пруда)	8,45	80	6,48
<i>Окончание Таблицы 1</i>					
12	Горно-Алтайск	р. Еланда (ниже пруда)	8,58	116	4,48
13	Горно-Алтайск	р. Малиновка (выше устья)	7,73	177	1,25
14	Горно-Алтайск	р. Малиновка (устье)	8,40	220	1,17
15	Горно-Алтайск	р. Майма (у устья р. Малиновка)	8,46	178	0,91
16	Горно-Алтайск	р.Суремейка (выше устья)	8,10	248	3,91
17	Горно-Алтайск	р.Суремейка (устье)	8,15	288	3,57
18	Горно-Алтайск	р. Улалушка	8,35	177	1,83
19	Горно-Алтайск	р. Татарья (устье)	8,38	281	1,74
20	Горно-Алтайск	р. Татарья (выше устья)	8,23	207	2,22
21	Алферово	р. Каянча (устье)	8,22	179	2,39
22	Алферово	р. Каянча (выше устья)	8,02	123	4,00
23	Алферово	р. Улалушка	8,20	175	2,26
24	Горно-Алтайск	р. Байат (устье )	8,03	244	0,87
25	Горно-Алтайск	р. Байат (выше устья)	8,00	184	3,52
26	Горно-Алтайск	р. Улалушка (устье)	8,45	249	1,76
27	Горно-Алтайск	р. Майма	8,46	179	0,94
28	Горно-Алтайск	р. Каяс (устье)	8,44	191	1,49
29	Горно-Алтайск	р. Каяс (среднее течение)	8,35	182	1,50
30	Горно-Алтайск	р. Каяс (верхнее течение)	8,20	144	1,85
31	Горно-Алтайск	р. Майма (жилмассив)	8,41	180	0,97
32	Майма	р. Майма (устье)	8,39	192	6,33
33	Майма	руч. Алгаир (выше села)	8,43	219	5,28
34	Майма	р. Катунь (ниже села)	8,38	182	0,48
35	Майма	руч. Алгаир (устье)	8,52	223	2,25
36	Карлушка	р. Катунь (выше села)	8,25	154	2,24

## Литература

1. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Республики Алтай в 2014 году» под редакцией Робертуса Ю.В., 2015 – с. 1-122.
2. Петрова Н.В. Гидроресурсы и здоровье населения Республики Алтай, 2010 – с. 1-6.

3. Пузанов В.А. Гидролого-гидрогеохимические аспекты поверхностного стока в бассейне реки Майма// проблемы региональной экологии: журнал «Камертон»-Москва, 2015 г.
4. Робертус Ю.В. Результаты работ по оценке экологического состояния поверхностных водотоков на участках несанкционированного размещения отходов в районе г. Горно-Алтайска//отчет по хоздоговору № 21 от 07.11.2011– с. 1-12.
5. Ситникова В.А. Экологическое состояние компонентов окружающей среды, 2014 – с. 68-72.

**ВЛИЯНИЕ ВОДОНАСЫЩЕНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА СКАЛЬНЫХ И ПОЛУСКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ МЕЛОВЫХ И ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЮГО-ВОСТОЧНОМ ФЛАНГЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО БАСЕЙНА**

**Р.А. Гришаев, А.В. Огарков, А.А. Харитонцев**

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В 200 км. от Томска находится одно из крупнейших в стране – Бакчарское железорудное месторождение. Исходя из прогнозных данных, в Бакчарских рудах содержание железа составляет порядка 30% и распространяется на несколько миллиардов тонн. Несмотря на выгодную перспективу развития столь масштабного месторождения возникает много вопросов и проблем. Одним из главных и актуальных на сегодняшний день вопросов стал выбор рационального, экономически выгодного и экологически чистого способа добычи. Одним из предлагаемых методов отработки - карьерный, поэтому показатели прочностных свойств и их изменение после водонасыщения, которые могут быть использованными для расчетов устойчивости бортов карьеров, весьма интересны и актуальны.

Цель работы: определение изменения при водонасыщении показателей прочностных свойств скальных и полускальных грунтов состоянии меловых и палеогеновых отложений на юго-восточном фланге Западносибирского железорудного бассейна.

Задачи включали: обзор инженерно-геологических условий территории; подготовку образцов и проведение лабораторных испытаний грунтов естественного сложения в твердом и водонасыщенном состоянии с помощью прибора нагружений сферическими инденторами; прослеживание изменения прочностных характеристик при водонасыщении грунтов; статистическую обработку и выявление взаимосвязей между показателями.

Месторождение приурочено к верхнемеловым и палеогеновым отложениям, перекрытым неоген-четвертичными. На месторождении выделяются три железорудных горизонта (снизу вверх): нарымский, колпашевский и бакчарский [1]. Нарымский горизонт представлен континентальными осадками ипатовской свиты, сложен кварцевыми песками с прослоями серых и пестроцветных глин и редких линз бурых углей. Площадь горизонта около 300 км<sup>2</sup>, средняя мощность 2,3 м, глубина залегания руд 200–220 м. Руды представлены убогими гидрогетит–лептохлоритовыми оолитовыми разновидностями. Колпашевский горизонт, местами с размывами, лежит на породах кровли нарымского горизонта и имеет меньшую площадь распространения. В западной части месторождения горизонт лежит на 30 м выше нарымского и на 20 м ниже бакчарского. Разделяющие их пачки «пустых» пород представлены железистыми и кварц–глауконитовыми песчаниками и

алевролитами. Руды представлены бурыми железняками и железистыми песчаниками оолитового строения. Бакчарский рудный горизонт лежит с размывом на подстилающих породах, имеет меньшую, чем колпашевский горизонт, площадь, но значительно большую мощность и лучшее качество руд, которые залегают почти горизонтально. Бакчарский горизонт по мощности и содержанию железа состоит из двух линзовидных залежей. Наиболее богатый западный участок, где средняя мощность составляет 12,8 м, на восточном участке средняя мощность рудного горизонта уменьшается до 2–4 м. Строение рудного горизонта неоднородное. Верхняя часть его (0,2–0,3 м) сложена сидеритовыми рудами, которые сменяются грубозернистыми глауконит–сидеритовыми рудами с сидеритовым цементом (мощностью 0,6–0,8 м), ниже которых располагаются плотные гидрогетитовые руды с сидеритовым цементом, базальные рыхлые и слабо сцементированные оолитовые руды [1].

Исследования проведены в соответствии с методиками, рекомендуемыми действующими нормативами [2-6] с помощью прибора нагружения сферическими инденторами, полученные данные можно будет использовать для расчетов устойчивости крепежных конструкций в подземных горных выработках или карьерным способом добычи. Образцы, на которых проводились испытания на прочность были отобраны с глубин 160–230 м, т.е. из нарымского горизонта. Сущность испытания на деформируемость заключается в ступенчатом нагружении и разгрузке образца с измерением приложенных через инденторы нагрузок и соответствующих им сближений инденторов. Испытания проводились в три этапа: подготовка образцов правильной и неправильной формы; проведение испытаний с помощью установки нагружения сферическими инденторами; обработка результатов испытаний.

Для подготовки образцов правильной формы необходимо было вырезать с помощью ножовки и других подручных инструментов образцы правильной формы из кернов. При этом размеры образцов должны быть такими, чтобы площадь поверхности разрушения была не менее 3 см<sup>2</sup> и не более 100 см<sup>2</sup>. Количество образцов правильной формы при испытании на прочность и, независимо от формы, при испытании на деформируемость должно быть не менее шести. При испытании на прочность образцов неправильной формы их количество должно быть не менее десяти. При этом должна обеспечиваться надежность результатов не ниже 80 % и относительная погрешность  $\epsilon$  не более 30 %. После завершения подготовки образцов приступили к основной части нашей работы – проведению испытаний. Провести испытания грунтов естественного сложения необходимо было в твердом (сухом) и во влажном состоянии. Изначально были проведены испытания для грунтов сухого состояния – это порядка 19 образцов, для каждого из которых выполнялось 10 промежуточных испытаний. Прежде чем установить образец горной породы в прибор для проведения испытаний необходимо измерить диаметр образца. Этот диаметр необходим для внесения в программу АСИС прежде чем начнется испытание. После устанавливаем образец таким образом, чтобы нагрузка была по центру, и надеваем защитный кожух. На самом приборе регулируем необходимую высоту силового устройства. Высота подбирается в зависимости от размера образца согласно требованиям нормативных документов. На этом прибор готов для проведения испытаний. После этого запускаем команды на компьютере и вводим измеренный ранее диаметр образца. После команды пуск испытание проходит до тех пор, пока образец грунта не разрушится. После того как испытание завершено, необходимо извлечь образец и зарисовать на миллиметровке ту часть

поверхности образца, которая разрушилась. Это необходимо для того чтобы посчитать площадь. После того как образец зарисован считаем предварительную площадь на глаз и заносим в компьютер. Аналогично проводим испытания для остальных образцов, а также для образцов во влажном состоянии. Для проведения испытаний образцов во влажном состоянии необходимо предварительно образцы водонасыщать в вакуумной камере и хранить погруженными в воду до испытаний. После завершения проведения лабораторных испытаний приступили к обработке результатов. Первым что необходимо было сделать, это точно рассчитать площади разрушенных образцов. Далее эти площади вносим вместо тех, которые мы вносили предварительно и заполняем паспорт. При необходимости значения отбраковываем. Затем приступили к последнему этапу – это обработка данных результатов в программе статистика. На основании проведенных лабораторных испытаний получили таблицы данных для показателей прочности скальных и полускальных грунтов в сухом и во влажном состоянии.

Для проведения обработки результатов испытаний воспользовались программным обеспечением STATISTICA. Чтобы выявить связи одних характеристик от других построили корреляционную матрицу, были выбраны значимые коэффициенты корреляции, на основе которых были построены графики корреляционных зависимостей одних значений от других: коэффициента размягчаемости от коэффициента водонасыщения, сопротивления одноосному растяжения от коэффициента водонасыщения, сопротивления одноосному растяжения от глубины отбора, сопротивлению одноосному растяжения от плотности грунта.

Был построен также график зависимости прочности грунтов во влажном состоянии от прочности в сухом состоянии. Он показывает, что прочность во влажном состоянии уменьшилась в 2 раза по сравнению с прочностью грунта в сухом состоянии. Получены следующие уравнения корреляции:

$$R_c = 4,86 + 1,18 \cdot \lg(R_p), \text{ МПа};$$

$$K_{sof} = 2,10 - 1,64 \cdot S_r, \text{ д.ед.};$$

$$R_p = -0,43 + 1,15 \cdot S_r, \text{ МПа};$$

$$R_p = 3,09 - 0,01 \cdot H, \text{ МПа};$$

$$R_p = -1,22 + 0,87 \cdot \rho, \text{ МПа};$$

$$R_{cw} = -0,11 + 0,93 \cdot R_c, \text{ МПа} (r = 0,88).$$

где  $R_c$  – предел прочности грунта на одноосное сжатие,  $R_p$  – предел прочности грунта на одноосное расширение,  $K_{sof}$  – коэффициент размягчаемости,  $S_r$  – коэффициент водонасыщения,  $H$  – глубина залегания грунтов,  $\rho$  – плотность,  $R_{cсух}$  и  $R_{cвл}$  пределы прочности на сжатие во влажном и сухом состоянии.

Таким образом, результаты подтвердили предположение о снижении прочности грунта скальных и полускальных грунтов меловых и палеогеновых отложений при их водонасыщении. Эти особенности необходимо учитывать при отработке месторождения карьерным способом, когда будет снята нагрузка вышележащих толщ, произойдет изменение напряженного состояния и физических свойств, а также поступление притоков воды в карьеры. Новые данные могут быть использованы для прогнозирования прочностных характеристик грунтов, обоснования устойчивости массивов горных пород при растяжении, а также для расчета анкерных креплений бортов карьеров.

## Литература

1. Пшеничкин А.Я., Домаренко В.А.. Петрографо-геохимические особенности руд Бакcharского месторождения. / Томский политехнический университет.
2. ГОСТ 24941-81 Породы горные. Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами
3. ГОСТ 21153.3-85 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении
4. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
5. ГОСТ 21153.3-85 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении
6. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть V. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиям

**ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГА  
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ****Е.А. Зубков<sup>1</sup>, Г.Н. Гарькуша<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт»,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*<sup>2</sup>*Институт наук о Земле Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Изучение режима температур подземных вод проводится для решения различных теоретических и практических задач, среди которых могут быть отмечены следующие [1]: изучение условий формирования подземных вод и региональных закономерностей температурного режима подземных вод для возможных проектных и прогнозных оценок, используемых для кондиционирования, водоснабжения, при определении глубин заложения трубопроводов, фундаментов, разного рода хранилищ, решение различных локальных специализированных гидрогеологических задач, изучение влияния хозяйственной деятельности человека: оценка особенностей подтока подземных вод к водозаборам или дренам, условий инфильтрации оросительных вод, изучение отепляющей роли городов, строительства водохранилищ и т.п.

На территории юга Ростовской области изучение температурного режима грунтовых вод проводилось нами в 2012-2013 годах. Измерение температуры воды выполнено предназначенным для этого стандартным термометром параллельно с отбором проб воды на химический анализ в колодцах и скважинах [2]. Температура воды была измерена в более чем в 300 пробах грунтовых вод, отобранных в 21 населенном пункте, выбранных в качестве ключевых участков.

Режим температур грунтовых вод на территории юга Ростовской области характеризуется постепенным зимним снижением их величин, осложняемым резкими понижениями в периоды оттепелей, а также весеннего снеготаяния, что иногда определяет всю годовую амплитуду температур грунтовых вод и имеет место при значительных глубинах их залегания (вблизи зоны постоянных температур или в ее пределах), где амплитуды колебаний температур, вызываемые кондуктивным переносом тепла, чрезвычайно малы.

При больших глубинах до воды, а также при отсутствии сосредоточенной инфильтрации весеннего снижения температур может и не происходить. При



небольших глубинах до воды, что характерно для выбранных нами ключевых участков, после резкого весеннего снижения температур грунтовых вод начинается постепенное их повышение, связанное с летним прогревом зоны аэрации. Максимальные значения температур на территории юга Ростовской области в основном наблюдаются в конце лета – начале осени в зависимости от глубины (рис. 1), однако при замерах на больших глубинах максимальные величины могут сдвигаться вплоть до зимы. Колебания температур грунтовых вод здесь отмечаются чаще всего в пределах от 2-5 до 10-12°C, реже до 16-20°C. По данным наблюдений [3] на глубине около 10 м температура воды становится сравнительно постоянной (12-13°C), а на глубине 30-40 м уже начинают сказываться геотермические условия зоны, расположенной глубже нейтрального слоя. Температура воды здесь повышается до 13-14°C.

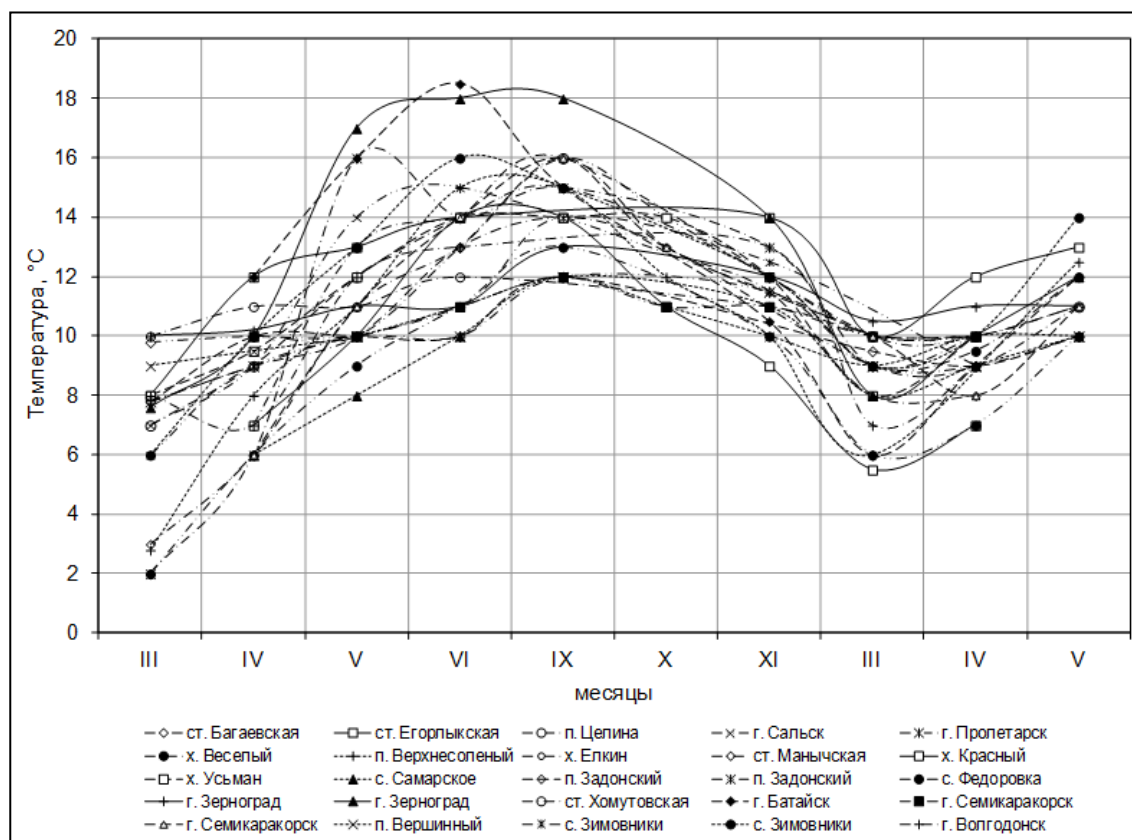


Рисунок 1 – Динамика температур грунтовых вод на территории населенных пунктов юга Ростовской области в 2012-2013 гг. (построено по данным авторов)

По данным режимных наблюдений температура грунтовых вод на изучаемой территории (с глубинами до уровня воды до 10 м) колеблется в течение года пределах от 1,9 до 19,0°C, в среднем составляя около 10,5°C. Максимальные значения характерны для конца лета – начала осени (август-сентябрь), минимальные для весеннего периода. Амплитуда колебания в различных точках наблюдения в течение года варьирует в диапазоне от 2,0 до 13,1°C, в среднем составляя 7,4°C.

#### Литература

1. Ковалевский В.С. Условия формирования и прогноза естественного режима подземных вод. М.: Недра, 1973. 152 с.

2. Никаноров А.М., Барцев О.Б., Гарькуша Д.Н., Зубков Е.А. Масштабы подтопления, режим и качество грунтовых вод застроенных территорий юга Ростовской области // Вестник ЮНЦ РАН. Т.11, №3. 2015. С. 66-80.
3. Сидоренко А.В. 1970. Гидрогеология СССР. Нижний Дон и Северо-Восточное Приазовье. Москва, Недра. 28: 224 с.

## **НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ГОРОДЕ КЕМЕРОВО**

**А.С. Ефстифеева**

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,*

В век активной застройки и освоения территории, все большая часть Российской Федерации становится подвержена опасным геологическим процессам, которые провоцируются техногенными факторами, что в свою очередь несет неопределимый вред не только зданиям и сооружениям, но и жизни и здоровью людей.

Ярким примером таких процессов является подтопление, которому, в той или иной мере, подвержены многие территории России. В соответствии со СНиП 2.06.15-85 и СП 11-105-97 (Часть II) территории, в пределах которых подземные воды залегают на глубине более 3 м, если они непосредственно воздействуют на основания и фундаменты эксплуатируемых или проектируемых зданий и сооружений следует считать подтопленными.

На настоящий момент, для территории Кузбасса проблема подтопления является одной из самых актуальных. Помимо предпринимаемых действий по предупреждению и предотвращению развития процесса, участки территории города, на которых подтопление высоких степеней может привести к наиболее серьезным отрицательным последствиям, необходимо анализировать и выделять в качестве зон *повышенной опасности*.

В данной работе предпринимается попытка анализа опасных инженерно-геологических факторов территории города Кемерово, на примере объектов на которых проводились изыскания в период 2011-2014 гг. специалистами компании ООО «Геотехника» (рис. 1).

С поступлением нового материала планируется разработать систему районирования территории города Кемерово по степени негативного воздействия подтопления и других опасных геологических процессов, а также предусмотреть работы по их предупреждению и предотвращению.

В административном отношении рассматриваемые объекты располагаются в Рудничном районе г.Кемерово.

Два строения, под которые проводились изыскания, располагаются на территории Кузбасского технопарка: Выставочный зал - площадка, где проектировалось строительство здания сложной конфигурации, на столбчатом фундаменте и на плитно-свайном фундаменте и производственно - лабораторный корпус «Экология и природопользование» на столбчатом фундаменте.

Территория, отведенная под строительство объектов, занята частными металлическими и общественными капитальными гаражами, осложнена наличием множества подземных коммуникаций (теплотрасса, водовод, канализация), навалов грунта и искусственных выемок.

В геоморфологическом отношении оба участка изысканий расположены в пределах коренного правобережного склона долины р. Томь. Общее понижение рельефа наблюдается к юго-востоку, абсолютные отметки поверхности земли составляют 228-230м.

Еще два строения расположены в микрорайоне № 12 Рудничного района, это жилые дома №24 - фундамент проектируемого здания – свайно-плитный и жилой дом № 25 - фундамент проектируемого здания – свайный.

В геоморфологическом отношении площадки расположены на склоне водораздела р. Томь. Рельеф поверхности слабонаклонный, волнистый, с общим понижением на юго-восток в сторону долины р. Томь. Абсолютные отметки поверхности земли составляют 246,67-248,93 м и 247,27-248,49 м соответственно. На площадке дома №25 на момент изысканий выполнено устройство котлована и частично забиты сваи (забивка свай производилась ориентировочно в 2008 г.). В последующем строительство дома было остановлено, до настоящего времени свайное поле стояло открытым, котлован на момент изысканий полностью заполнен водой. Уровень ответственности сооружений-II (нормальный)

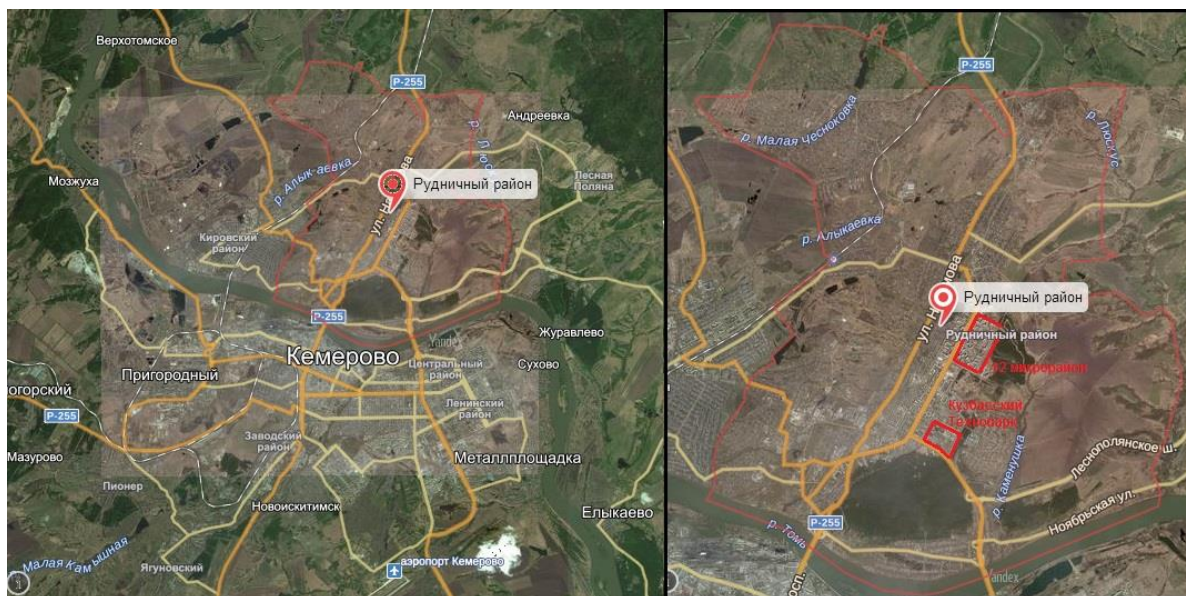


Рисунок 1 – Местоположение рассматриваемых объектов (Yandex Map)

В выделенных по разрезу инженерно-геологических элементах установлено несколько типов специфических грунтов. На территории Кузбасского технопарка распространен слой насыпного грунта, характеризующегося неоднородным составом, сложением и плотностью, классифицированный как свалка грунтов и отходов производств, образовавшихся в результате неорганизованного накопления различных материалов. Использовать грунты подобного типа в качестве естественного основания не допускается. Ниже залегают слои элювиальных дисперсных, дисперсно-обломочных и обломочных грунтов. Специфическими особенностями элювиальных грунтов является неоднородность состава и свойств по глубине и в плане из-за различной степени выветрелости исходных материнских пород, снижения прочностных и деформационных характеристик во время длительного пребывания в открытом котловане и даже переходу в пльвунное состояние в верхнем слое. При замачивании грунтов в открытом котловане они

могут проявлять чрезмернопучинистые свойства с относительной деформацией пучения  $> 10\%$ .

При бурении площадки под Выставочный зал (февраль 2013г), уровень подземных вод был зафиксирован на отдельных участках на глубинах 5,2-6,2м от поверхности земли, что соответствует абсолютным отметкам 219,45-221,00м. Подземные воды имеют спорадическое, локальное распространение и представляют собой купол растекания на участке с наиболее интенсивным питанием техногенными водами в сочетании с наиболее ослабленными зонами грунтов коры выветривания.

Техногенное происхождение воды косвенно подтверждается результатами химического анализа (по показателям гидрокарбонатов, нитратов, нитритов). Режим подземных вод неустойчивый и определяется количеством техногенных водопотерь и инфильтрацией атмосферных осадков.

По результатам специальных гидрогеологических работ, выполненных на территории технопарка, подземные воды верхнего водоносного горизонта «верховодки» также характеризуются специфическим техногенным загрязнением. Прогнозируемая амплитуда колебания уровня подземных вод в годовом цикле изменяется в пределах 1,0-1,5 м. Максимум положения УГВ приходится на май-июнь. По инженерно - геологическим условиям и техногенной нагрузке площадка относится к потенциально подтопляемой. В наиболее водообильные периоды сезонов (весеннее снеготаяние, обильные и затяжные дожди), а также в результате значительных аварийных водопотерь возможно формирование локальных или обширных куполов верховодки в пределах всей площадки технопарка на глубине 1,0 -5,0м.

На моменты изысканий для производственно - лабораторного корпуса «Экология и природопользование» (февраль-март 2011г.) подземных вод до исследованной глубины 7-12м обнаружено не было. По результатам предыдущих изысканий, выполненных в весенне-летний период, подземные воды до глубины 10,0 м не фиксировались. Отмечено, что на глубине 1-2м грунт обладает высокой коррозионной агрессивностью к свинцовым и алюминиевым оболочкам кабеля, средней - к углеродистой и низколегированной стали и неагрессивен к бетонным и железобетонным конструкциям.

Разрез объектов расположенных в микрорайоне № 12 Рудничного района преимущественно представлен различными суглинками без критически выраженных специфических свойств, однако, грунты, залегающие в зоне сезонного промерзания, на момент изысканий, сильнопучинистые и чрезмернопучинистые, степень пучинистости более 7% .

Уровень подземных вод на период изысканий (май 2013 г.) при бурении скважин для дома №24 зафиксирован на глубине 1,5-2,3 м от поверхности земли, абсолютные отметки составляют 245,17-245,66 м, для дома №25 на период изысканий (июнь 2013 г.) уровень зафиксирован на глубине 2,2-2,6 м от поверхности земли, абсолютные отметки составляют 245,07-245,74 м. Горизонт подземных вод характеризуется неустойчивым режимом. Грунты обладают высокой коррозионной агрессивностью к углеродистой и низколегированной стали, неагрессивны к бетонным и железобетонным конструкциям.

Из вышесказанного видно, что подтопление является наиболее неблагоприятным и потенциально опасным инженерно-геологическим процессом на рассматриваемой территории, вызванным разными причинами. Если в случае Кузбасского технопарка это может являться последствием техногенных факторов:



статическими и динамическими воздействиями от предприятий, зданий и сооружений, транспорта и различных механизмов, наземных и подземных выработок, утечками из водонесущих коммуникаций, изменениями тепловых, электромагнитных и других физических полей., то в случае с жилыми домами имеют место гидрогеологические параметры, а именно близость к поверхности первого водоносного горизонта и его неустойчивости. Уровненный режим определяется климатическими факторами: подъем уровня начинается после выпадения интенсивных осадков и начала паводка. Питание подземных вод местное, инфильтрационное. Осуществляется за счет атмосферных осадков, поверхностных вод в период паводков, а также за счет напорных вод подстилающего комплекса верхнепермских отложений. Дренируются подземные воды местной гидросетью.

Основные первичные негативные последствия процесса подтопления связаны с коррозионным разрушением фундаментов и нижних частей наземных конструкций зданий и сооружений, с затоплением подвалов, шахт лифтов, подземных сооружений и коммуникаций неглубокого заложения, размножением кровососущих насекомых, появлением сырости и лишайниковых образований в жилых и рабочих помещениях, заболачивание бессточных понижений рельефа, а также с деградацией и гибелью древесно-травяной растительности в результате отмирания их корневых систем в водонасыщенных и часто техногенно сильно загрязненных грунтах.

Вторичные негативные последствия подтопления связаны с оседаниями и провалами земной поверхности, образующимися в результате доуплотнения замачиваемых при подъеме уровня подземных вод грунтов в основании зданий и сооружений, гидродинамического и тиксотропного разжижения этих грунтов, обычно проявляющегося при возможности их выноса на склонах или в строительные выемки, а также с образованием новых и активизацией существующих оползневых, карстовых, карстово-суффозионных, эрозионных и других геологических опасностей.

Не стоит забывать о том, что зачастую одни геологические процессы влекут за собой другие. В рассматриваемом случае имеет смысл рассмотреть возможность связи сейсмичности с процессом подтопления. Согласно СП 14.13330.2011, территория изысканий входит в район возможных сейсмических воздействий, интенсивность которых по картам ОСР-96 А и ОСР-97 А; В оценивается в 6 баллов по шкале MSK для средних грунтовых условий. По сейсмическим свойствам грунты относятся ко II- III категориям.

По инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям исследованная площадка территории Технопарка представляет собой единый район и относится к II-III (средней-сложной) категориям сложности по СП 11-105-97, в связи с наличием следующих факторов:

- повсеместное распространение специфических элювиальных грунтов (участки Кузбасского технопарка);
- возможность локального техногенного замачивания грунтов основания;
- возможность землетрясения интенсивностью 6 баллов.

Природно - техногенные условия исследованной территории, согласно п.5.2 СНиП 22-01-95, сложные. Категория опасности процессов подтопления и морозного пучения грунтов (в условиях дополнительного замачивания) - весьма опасная, землетрясения-опасная.



Территорию предлагается идентифицировать как неблагоприятную для застройки с точки зрения инженерно-геологических и сейсмических условий.

Подводя итог, в общем можно сказать, что для обеспечения нормальной эксплуатации зданий необходимо как минимум предусмотреть мероприятия инженерной защиты от подтопления в соответствии с п.10 СП 116.13330.2012.

Для количественной оценки влияния действующих факторов подтопления территории технопарка целесообразно организовать режимные наблюдения (мониторинг), чтобы оценить развитие процесса во времени. В дальнейшем, исходя из полученных данных, можно делать прогноз поведения процесса, более осознанно и индивидуально подбирать мероприятия по защите. Разбивка же территории города на зоны различного уровня неблагоприятности для строительства с точки зрения подтопления для Кемерово до сих пор не проводилась, но является очень полезным стартом для дальнейшего анализа всех процессов и использования данных в строительстве.

#### Литература

1. Технический отчет о комплексных инженерных изысканиях, Объект: "Составление инженерно-геологической карты масштаба 1:10000 г.Кемерово". Госстрой РСФСР Кемеровский трест инженерно-строительных изысканий "КузбассТИСИЗ", Шифр 6971, 1992 г.
1. Зверева Л.Г. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям. Объект: «Проект застройки микрорайона 15 – 15а г. Кемерово», архив «КузбассТИСИЗа», шифр 9456. Кемерово, 1991
2. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические исследования - М.: Изд-во КДУ, 2007.
3. Емельянова Т.Я., Ипатов П.П. Экологическая инженерная геология: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 1995.

#### МЕТОДЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ РАССОЛОВ ЯКУТИИ М.С. Зарубов

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия;*

По своей приуроченности и происхождению распространенные на северо-западе Якутии подземные воды представляют собой высококонцентрированные природные растворы солей, имеющие минерализацию свыше 350 г/л. Данный тип рассолов предположительно связан с метаморфизацией минерализованных растворов кембрийских седиментационных солеродных бассейнов. По компонентному составу они имеют хлоридный магниевый-кальциевый состав, имеющий формулу:

$$M_{67-348}ph_{3,5-5,0}\gamma_{1,05-1,253} \frac{Cl_{100}}{Ca_{50-61}Mg_{17-36}(Na+K)_{14-24}}; \frac{Ca}{Mg} 1, -3,6; \frac{Na+K}{Cl} 0,14 - 0,24.$$

В составе рассолов наблюдаются высокие концентрации различных микрокомпонентов, таких как Br, Sr, Li, и Rb, которые достигают промышленных концентраций равных 500 – 5450 мг/л, 200 – 200 мг/л, 50 – 190 мг/л и 1 - 15,7 мг/л соответственно. Плотность рассолов изменяется в пределах от 1,05 до 1,35 г/см<sup>3</sup> и в настоящее время в подземных выработках рудника «Удачный» в среднем составляет

1,28 г/см<sup>3</sup>. Минимальные пределы промышленных концентраций полезных элементов различены для Br, Sr, Li, Rb. Это более 500 мг/л, 300 мг/л, 10 мг/л и 3 мг/л соответственно.

На алмазодобывающем карьере «Удачный» среднегодовые водопритоки рассолов в забое горной выработки в среднем составляют 500 – 1000 тыс. м<sup>3</sup>/год. Это в сумме дает такую приблизительную оценку потерь полезных компонентов: Br - 5000 т/год, Sr - 1200 т/год, Li - 190 т/год и Rb - 7 т/год. Заметим, что, карьер «Удачный» имеет готовую систему водоотлива и утилизации дренажных рассолов как отходов производства. Для использования промышленных вод фактически не требуется создания инфраструктуры по добыче подземных рассолов. Необходима только установка оборудования для извлечения полезных элементов из рассолов на участке транспортировки от горной выработки до участков захоронения. Можно говорить о промышленном извлечении полезных компонентов из подземных рассолов с минимальными затратами.

Подобные рассолы, содержащие промышленные концентрации полезных элементов широко распространены на территории, как Якутии, так и всей Восточной Сибири. Если говорить о попутном извлечении полезных элементов из дренажных рассолов или подтоварных вод на уже действующих месторождениях в том числе и нефтегазовых, то в целом получается, что государство имеет огромные запасы полезных для народного хозяйства компонентов, которые на данный момент просто утилизируются в качестве производственных отходов.

***Проблемы, связанные с извлечением полезных компонентов:***

- недостаточная изученность гидрогеологических условий залегания подземных рассолов и отсутствие подсчитанных запасов промышленных вод;
- отсутствие отработанной технологии и промышленной базы для извлечения полезных компонентов из подземных рассолов;
- проблемы в правовой сфере недропользования связанные с промышленной добычей подземных рассолов;
- добыча полезных элементов из рассолов на каждом отдельном месторождении требует создания индивидуальной технологической схемы удобной и рентабельной для конкретного месторождения зависящей от общей суммарной минерализации и от содержания мешающих компонентов.

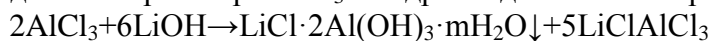
Обобщенная технологическая схема извлечения полезных элементов из рассолов включает следующие стадии:

- начальная подготовка растворов к извлечению полезных элементов, включающая в себя удаление вредных примесей;
- селективное выделение элементов из подготовленных растворов при использовании сорбции, кристаллизации, выпаривания, химического или электролитического осаждения;
- очистка сбросных вод в зависимости от конкретных гидрогеологических условий и экологических требований.

Надо сказать, что для алмазодобывающего карьера «Удачный» перспектива связана с использованием комплексных методов по извлечению полезных элементов, таких как параллельное получение брома методом экстракционно-электрохимического извлечения из хлоридных рассолов с установкой дополнительного оборудования для сепарации лития и стронция при помощи сорбентов. Например, таких как  $AlCl_3$  и  $SrSO_4$ . Однако, добыча таких элементов как бром и стронций требует строительства отдельного промышленного комплекса. В условиях крайнего севера такое решение представляется весьма затратным, но в

случае его реализации с учетом всех потерь, можно будет извлекать до 2500 т брома и 800 т стронция в год.

Наиболее перспективным для данного месторождения является извлечение лития. При минимальных затратах может быть использован метод сорбции лития из растворов с помощью  $AlCl_3$ . Данный метод основан на взаимодействии раствора  $AlCl_3$  с гидроксидом лития по реакции:



Реакция практически мгновенно протекает при температуре 40 - 50°C что требует дополнительных тепловых затрат.

Рыночная цена реагента  $AlCl_3$  колеблется в районе 400 \$ за тонну, однако описанная технология позволяет использовать 1 г сорбента на получение 7 г лития. Кроме того, этот метод не требует сложного и дорогостоящего оборудования. Он может быть реализован на базе имеющихся трубопроводных системы позволяет извлекать до 80% лития из рассола. На месторождении есть готовая транспортная инфраструктура. Учитывая эти факторы и дополнительные затраты на оплату персонала, получается, что производство одной тонны лития будет стоить около 3000 \$. При существующей рыночной стоимости лития на уровне 4000 \$ за тонну метод является рентабельным и позволяет добывать около 150 т лития в год.

Извлечение рубидия в районе карьера «Удачный» представляется маловероятным ввиду сложности технологического процесса. Однако, в силу того, что данный элемент имеет очень высокую рыночную стоимость около 6000 \$ за килограмм, его извлечение может оказаться весьма перспективным для более доступных районов Сибири.

#### ***Правовая основа:***

Несмотря на благоприятные перспективы использования промышленных подземных вод и огромные запасы этих ресурсов в Сибири, доказано, что для этого региона имеются серьезные проблемы в сфере недропользования, связанные с добычей промышленных вод.

Во-первых, до сих пор на государственном балансе числится мало месторождений промышленных подземных вод. Это связано с необходимостью проведения дополнительных геологоразведочных работ по разведке и подсчету запасов, с последующей их защитой. На сегодняшний день для выполнения комплекса геологоразведочных работ по подсчёту запасов промышленных вод у большинства мелких частных компаний не хватает оборотных финансовых средств. Крупные государственные компании, специализирующиеся на добыче определенного сырья и имеющие возможность проводить крупные исследования считают, что постановка разведочных работ такого типа будет не выгодной. В связи с этим, несмотря на фактическое наличие огромных запасов промышленных вод, юридически эти запасы не зафиксированы, и по формальным причинам их освоение запрещено.

Во-вторых, на действующем карьере суммарный дебит рассолов извлекаемых при проведении горных работ в качестве дренажных вод превышает 100 м<sup>3</sup>/сут. Поэтому в соответствии со статьей 23.2 раздела III Закона «О недрах» невозможно организовать их переработку и использование в качестве промышленных вод.

По указанным причинам на карьере «Удачный» происходит утилизация ценного минерального сырья как отходов производства. Такая же ситуация повторяется на ряде других месторождений, таких как «Мирный», «Айхал», «Зарница». Такой нерациональный подход к использованию природных ресурсов является достаточно актуальной проблемой, требующей для своего решения особого

государственного контроля. Необходимо внесение изменения в действующий Закон «О недрах» с целью упрощения процедуры получения лицензии на использование промышленных вод, являющихся отходами на действующих горнодобывающих предприятиях.

#### Литература

1. ЗАКОН РФ "О НЕДРАХ" от 21.02.1992 N 2395-1 (действующая редакция от 13.07.2015)
2. Бондаренко С.С., Куликов Г.В. Подземные промышленные воды. М.: Недра, 1984.
3. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЁТ о выполненных гидрогеологических работах за 2014 год. Удачинский ГОК «АЛРОСА»
4. Вахромеев А.Г. Закономерности формирования и концепция освоения промышленных рассолов (на примере юга Сибирской платформы): Автореф. дис. докт. геол.-минерал. наук. М., 2009.
5. Химические товары. На мировом и Российских рынках // Бюл. иностр. коммерч. информ. 2015.
6. Известия Томского политехнического университета. 2004. Т. 307. № 7 «Селективный сорбент для извлечения лития из хлоридных высокоминерализованных рассолов» Л.Т. Менжерес, А.Д. Рябцев, Е.В. Мамылова ЗАО "ЭКОСТАР" НАУТЕХ". г. Новосибирск E-mail: [kotsu@mail.nsk.ru](mailto:kotsu@mail.nsk.ru)

#### ФОРМЫ МИГРАЦИИ СТРОНЦИЯ, ЛИТИЯ И РУБИДИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ РАЙОНА ТРУБКИ «УДАЧНАЯ» М.С. Зарубов

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия;*

Решение ряда возникающих на современном этапе гидрогеоэкологических задач, невозможно без детальных исследований особенностей миграции и оценки миграционных форм элементов в природных водах различного химического состава [1, 2]. Именно открытие многообразия форм существования химических элементов в природных водах можно считать одним из основных достижений современной геохимии. Знание форм миграции особо важно в исследовании геохимии рассолов. Игнорируя комплексобразование, в них невозможно правильно оценить степень насыщения воды по отношению к тем или иным минералам, дать точный расчет растворимости данного минерала в природных водах и т. д.

Одним из эффективных способов оценки форм миграции является использование методов химической термодинамики. Нами для получения представления о формах лития, рубидия и стронция использовался программный комплекс HydroGeo, разработанный М.Б. Букаты [3]. В качестве объекта исследований выбраны подземные воды, формирующие водопритоки в открытые горные выработки трубки «Удачная». Эти воды представляют собой высококонцентрированные природные растворы солей, имеющие минерализацию до 350 г/л. По компонентному составу они имеют хлоридный магниевый-кальциевый состав. Формула Курлова имеет следующий вид:

$$M_{67-348}ph_{3,5-5,0}\%_{1,05-1,253} \frac{Cl_{100}}{Ca_{50-61}Mg_{17-36}(Na+K)_{14-24}}; \frac{Ca}{Mg} 1, -3,6; \frac{Na+K}{Cl} 0,14 - 0,24.$$

Плотность рассолов изменяется в пределах от 1,05 до 1,35 г/см<sup>3</sup> и в настоящее время в подземных выработках рудника «Удачный» в среднем составляет 1,28 г/см<sup>3</sup>. Температура рассолов в породе, в среднем, изменяется от 0 до -5 °С. В составе рассолов наблюдаются высокие концентрации различных микрокомпонентов, таких как стронций, литий, и рубидий, содержащихся в концентрациях равных 400 – 1200 мг/л, 50 – 190 мг/л и 1 - 18,7 мг/л соответственно, что значительно превышает промышленные концентрации для этих элементов.

В работе были использованы подземные рассолы с трех различных водоносных горизонтов, относящихся к среднекембрийскому водоносному комплексу. Каждый из водоносных горизонтов имеет различную минерализацию, увеличивающуюся с глубиной залегания горизонта. Минерализации подземных рассолов равны 270 г/л, 300 г/л, 320 г/л, для первого второго и третьего водоносных горизонтов, соответственно. Данные о химическом составе подземных рассолов приведены в таблице №1.

Результаты расчетов форм миграции стронция, лития, рубидия сведены в таблице 2, которые отображают количественное отношение форм миграции в мольных процентных долях от суммы 1-го иона

Таблица 1.

*Химический состав рассолов, г/л*

Минерализация	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Fe	Sr	Li	Rb
270	54	24	18	14	2	3	160	5	0,8	0,1	0,008
300	58	27	19	15	2,5	3,5	175	5,5	1,2	0,14	0,012
320	62	30	20	16	3	4	185	6	1,6	0,19	0,016

Анализ результатов расчета основных форм миграции показал, что в подземных водах в пределах трубки «Удачная» рубидий и стронций мигрируют преимущественно в форме свободных ионов или в форме ассоциатов с участием иона Cl<sup>-</sup>, литий мигрирует преимущественно в форме ассоциатов с участием CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. Среди второстепенных форм миграции элементов преобладают ассоциаты с участием ионов HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Причем, с увеличением минерализации рассолов, наблюдается тенденция снижения доли собственных ионов и увеличивается доля комплексных соединений.

Таблица 2.

*Формы миграции элементов в рассолах*

Форма миграции элементов	Минерализация рассолов, г/л								
	270			300			320		
	Содержание Li (мг/л)			Содержание Sr (мг/л)			Содержание Rb (мг/л)		
	60	120	180	800	1000	1200	5	10	15
мольные % от суммы 1-го иона			мольные % от суммы 1-го иона			мольные % от суммы 1-го иона			
Ионная форма	10,537	8,622	6,116	95,114	92,883	93,703	81,281	79,430	79,106
Карбонатная форма	84,899	88,642	90,932	0,016	0,015	0,011	0,018	0,013	0,012
Сульфатная форма	0,017	0,023	0,026	0,003	0,004	0,004	0,071	0,069	0,068
Хлоридная форма	2,671	2,553	2,625	1,842	2,862	2,522	18,609	20,463	20,772



Многие способы извлечения элементов из рассолов основаны на сорбции или осаждении, выбор правильной методики их извлечения, вероятно, зависит от форм миграции. Полученные результаты расчетов, по нашему мнению, могут быть полезны для обоснования технологии извлечения изученных элементов из промышленных вод.

#### Литература:

1. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия: Учебник для вузов.-М: Недра, 1992.- 463 с.
2. Дутова Е.М. Неорганические формы миграции химических элементов в подземных водах Алтае-Саянской складчатой области / Е.М. Дутова, Н.В. Душехватова, О.Н. Соловьева, Е.В. Сергеев // Гидрогеология и инж. геология. Геоэкология и мониторинг геологической среды: матер. межд. научн.-техн. конфер. «Горно-геол. образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства».- Томск: Изд-во ТПУ, 2001.- С. 17-23.
3. Букаты М.Б. Рекламно-техническое описание программного комплекса HydroGeo. М.: ВНИИЦ, 1999.-5 с.

### **ФТОР В АЗОТНЫХ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ ЗАБАЙКАЛЬЯ**

**Е.В. Зиппа**

Научный руководитель доцент О.Г. Токаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Азотные термальные воды, уникальные по своему составу и обладающие весьма высоким содержанием фтора, вызывают интерес у многих исследователей. Особой темой для обсуждений являются источники фтора в термах. Данный вопрос обсуждается с середины прошлого века, но ответы на него до сих пор не получены. Ломоносов И.С. [4] считал источником фтора в термах растворы магматического генезиса (ювенильные воды). В настоящее время подавляющее большинство исследователей придерживаются теории о вмещающих породах в качестве источников фтора. Разделяя взгляды последних и, исходя из равновесно-неравновесного состояния системы вода-порода, причиной высокого содержания фтора в термах можно считать взаимодействие воды с горными породами, в которых содержатся минералы с аномально высокими концентрациями фтора, например, флюорит [7-9]. Поэтому целью данной работы является, на примере флюорита, обосновать гипотезу о горных породах, как источнике избыточных химических элементов, в частности фтора, в азотных термальных водах.

Данные по химическому составу и описание основных гидрогеохимических особенностей были подробно изложены в работах [6, 7]. В настоящей работе приведем лишь общую характеристику азотных термальных вод Забайкалья.

Азотные термальные воды Забайкалья характеризуются низкой общей минерализацией, которая в отдельных случаях превышает 1 г/л, в среднем величина общей минерализации составляет около 0,46 г/л (табл. 1). По химическому составу, в соответствии с С.А. Щукаревым, исследуемые воды подразделяют на пять типов. Термальные воды с величиной общей минерализации до 0,6 г/л в основном относятся гидрокарбонатному натриевому, гидрокарбонатно-фторидному натриевому (уникальный переходный тип), сульфатно-гидрокарбонатному

натриевого и реже гидрокарбонатно-сульфатному натриевого. Воды с более высокой минерализацией (более 0,6 г/л) являются сульфатного натриевого типа.

Таблица 1

*Средний химический состав азотных термальных вод Забайкалья, мг/л [7]*

Номер	Количество родников (90)	Химический тип вод	T, °C	M	pH	Ca <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>
1	23	HCO <sub>3</sub> -Na	46.2	425	9.1	5.6	17
2	4	HCO <sub>3</sub> -F-Na	51.6	378	9.3	7.3	32
3	10	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Na	43.8	356	9.1	3.0	11
4	23	SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> -Na	49.0	420	8.6	7.7	10
5	30	SO <sub>4</sub> -Na	48.5	627	8.3	20.0	9

По величине pH все азотные термальные воды относятся к слабощелочным и щелочным. Среднее значение величины pH варьируется в интервале от 7.9 до 10.1 единиц pH, где максимальное значение pH отмечено в источник Солнечный.

Как было показано ранее [6], зависимость между pH и соленостью терм являются сложной, но общая тенденция заключается в том, что с ростом минерализации pH вод несколько уменьшается, что позволяет сказать о нетипичном характере данной зависимости для подавляющей части пресных и соленых вод.

Рассматриваемые термы также характеризуются преобладанием натрий-иона над ионами кальция, магния и калия, содержание которых, как правило, очень низкие. Низкие концентрации Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> в термах связаны с выпадением карбонатов и вторичных силикатов.

Азотные термальные воды Забайкалья богаты фтором. Так, например, в азотных термальных водах Забайкалья содержание фтора достигает 46,8 мг/л, источник Солнечный, где по химическому составу воды относятся к переходному гидрокарбонатно-фторидному натриевого типу.

Ответ на вопрос об источнике фтора в азотных термальных водах вытекает из эволюции системы вода-порода в условиях ее равновесно-неравновесного состояния. В процессе непрерывного растворения одних минералов и осаждения других в природном растворе происходит постоянное изменение соотношения между химическими элементами относительно растворяемых минералов. Так, содержание Ca<sup>2+</sup>, которое связано с вторичными карбонатами, в растворе не растут. В свою очередь F<sup>-</sup> в растворе накапливается до тех пор, пока раствор не достигнет равновесия с флюоритом.

Рассмотрим пример. В соответствии с [5] константа растворения флюорита при 50 °C равна

$$[Ca^{2+}] \cdot [F^{-}]^2 = 10^{-10.9} \quad (1)$$

Как было показано ранее [7], при снижении активности Ca<sup>2+</sup>, активность F<sup>-</sup> возрастает. В условиях равновесно-неравновесного состояния системы с течением времени содержания Ca в растворе уменьшаются, а F растут. При этом, чем больше F содержат растворяемые водой минералы, тем быстрее он будет накапливаться в растворе, но после установления равновесия с минералами, F не будет накапливаться в растворе, а будет связываться вторичными образуемыми водой минералами.

Из выше сказанного следует, что избыточное содержание фтора в азотных термах косвенно отражает время эволюции системы вода-порода: чем оно больше,

тем содержание его в термах выше, но это правило действует только в неравновесных условиях [7].

Теперь необходимо пояснить, при каких условиях происходит насыщение терм флюоритом. Для этой цели, в соответствии с известными методиками [1] и с использованием программного продукта HydroGeo [2] рассчитано равновесие термальных вод с флюоритом. Свободная энергия образования и растворенных химических элементов взяты из работы [1]. Для выяснения степени равновесности терм использовали индекс насыщения (SI – saturation index), который равен (2). Расчеты проводились для температур 25 °С и 100 °С.

$$SI = \lg Q/K, \tag{2}$$

где Q – квотант реакции; K – константа реакции.

На основании полученных результатов были построены диаграммы зависимостей значений индекса насыщения с флюоритом от основных определяющих параметров (рис.1): общей минерализации (а), pH (б), F<sup>-</sup> (в), температуры (г) и содержаний Ca<sup>2+</sup> (д).

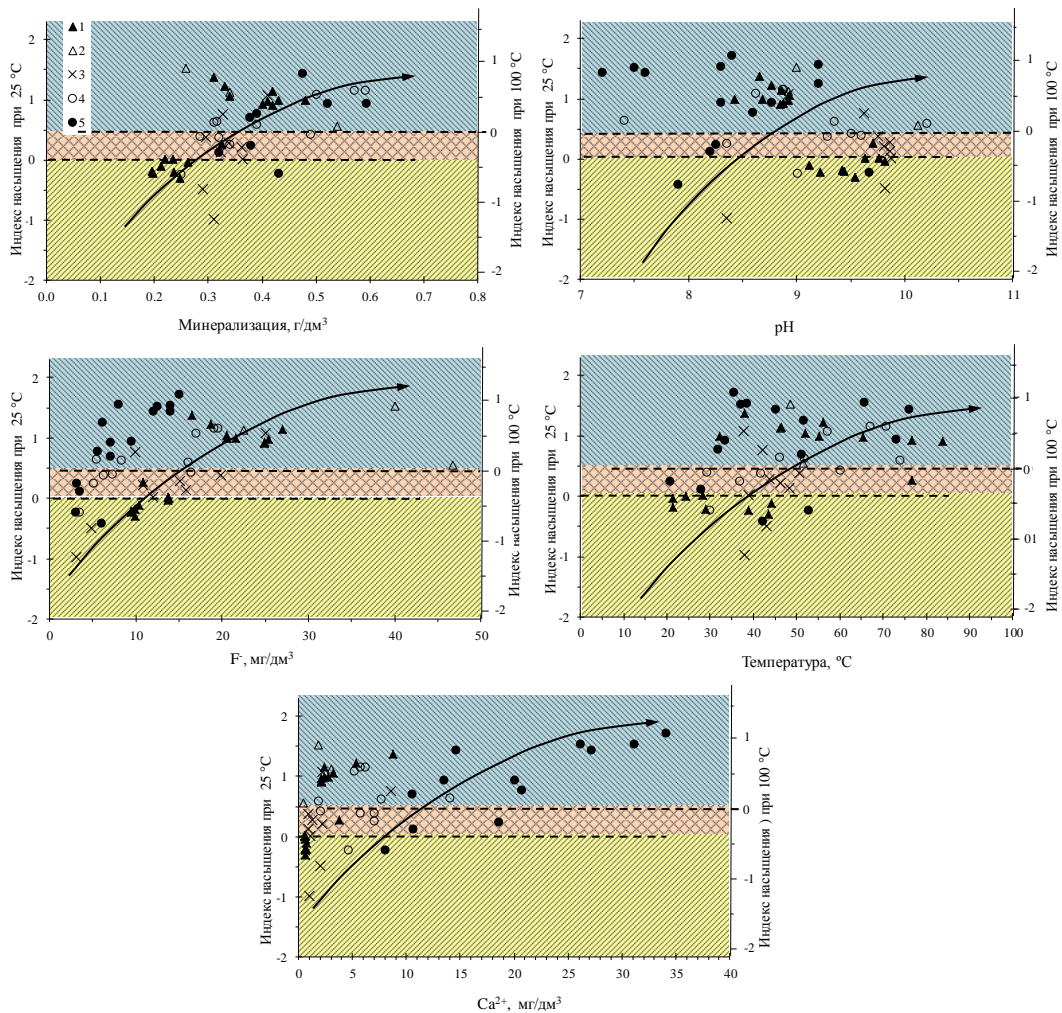


Рисунок 1 – Зависимость значений индекса насыщения азотных терм с флюоритом от общей минерализации (а), pH (б), F<sup>-</sup> (в), температуры (г) и содержаний Ca<sup>2+</sup> (д). Химические типы терм: 1 – HCO<sub>3</sub>-Na; 2 – HCO<sub>3</sub>-F-Na; 3 – HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Na; 4 – SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Na; 5 – SO<sub>4</sub>-Na [10]

Следует отметить нетипичный для других минералов характер пути насыщения вод флюоритом, а именно, равновесие азотных терм с флюоритом достигается быстрее в условиях более низких температур, нежели высоких. Для насыщения флюоритом в термах должен накопиться фтор в количестве 5-15 мг/л, кальций в количестве 1-2 мг/л. При этом величина общей минерализации и рН варьируют в интервале 0,2-0,35 г/л и 9,25-9,75, соответственно. В остальных случаях термы находятся либо в около равновесном (недонасыщенном) состоянии, либо в состоянии перенасыщения.

Таким образом, азотные термальные воды Забайкалья непрерывно взаимодействуют с горными породами, образуя при этом уникальную равновесно-неравновесную систему. В процессе этого взаимодействия эволюция системы происходит в условиях низкой концентрации кальция и высокой концентрации фтора, источником которого служат вмещающие горные породы.

*Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 15-55-53122 ГФЕН\_a*

#### Литература

1. Алексеев В.А., Рыженко Б.Н., Шварцев С.Л., Зверев В.П., Букаты М.Б., Мироненко М.В., Чарыкова М.В., Чудаев О.В. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода. Т.1. Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование. – Новосибирск: изд-во СО РАН, 2005. – 244 с.
2. Букаты М.Б. Разработка программного обеспечения для решения гидрогеологических задач // Известия ТПУ. – 305(6). – 2002. – С. 348–365.
3. Замана Л.В. Фтор в азотных термах Баунтовской группы (Северное Забайкалье) // Геология и геофизика. – 41(11). – С. 1575–1581.
4. Ломоносов И.С. Геохимия и формирование современных гидротерм Байкальской рифтовой зоны. – Новосибирск: изд-во «Наука», 1974. – 168 с.
5. Наумов Г.Б., Рыженко Б.Н., Ходаковский И.Л. Справочник термодинамических величин для геологов. – М.: Атомиздат, 1971. – 240 с.
6. Плюснин А.М., Замана Л.В., Шварцев С.Л., Токаренко О.Г., Чернявский М.К. Геохимические особенности состава азотных терм Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. – 2013. – №5. – С.647–664.
7. Шварцев С.Л., Замана Л.В., Плюснин А.М., Токаренко О.Г. Равновесие азотных терм Байкальской рифтовой зоны с минералами водовмещающих пород как основа для выявления механизмов их формирования // Геохимия. – 2015. – № 6. – С.1–14.
8. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366с.
9. Шварцев С.Л. Взаимодействие воды с алюмосиликатными горными породами // Обзор. Геология и геофизика – 1991. – №12 – С.16–50.
10. Шварцев С.Л., Токаренко О.Г., Зиппа Е.В., Чж. Сунь Геохимия фтора в азотных термальных водах Забайкалья и провинции Цзянси (Китай) // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 828 с.

**ДЕФОРМАЦИЯ РЕЧНЫХ РУСЕЛ – ФАКТОР АВАРИЙНОСТИ НА НЕФТЕГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****Е.В. Иванова**

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

По территории Томской и Кемеровской областей проходит магистральный нефтепровод «Александровское – Анжеро-Судженск», который является составной частью трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан». Транспорт углеводородного сырья протекает в сложных природных условиях – высокой заболоченности и густой гидрографической сети. Многочисленные переходы трубопроводов через водные объекты способствуют изношенности материала труб и возникновению утечек углеводородов на поверхность. Обеспечение безаварийной работы нефтегазодобывающих предприятий является одним из важных условий развития территории. Это и определяет актуальность исследования русловых деформаций рек, через которые проходят трубопроводы.

Целью работы является оценка русловой деформации реки Кия за период с 1955 по 1974 года, оценка предельно возможного вертикального размыва русла и прогноз максимально возможных плановых русловых деформаций реки на 25 лет.

Размыв русла реки под трубопроводом приводит к его просадке, что, впоследствии, приводит к отказу. Тяжесть последствий от аварии выражается через соотношение размеров водного объекта и количества попавшей в него нефти [2]. Соблюдение правил строительства и эксплуатации нефтепровода позволяет избежать утечек сырья на поверхность. При проектировании переходов нефтепровода через реки необходима оценка величины горизонтальных и вертикальных деформаций речных русел. Данная задача, в большинстве случаев, решается на основе сравнения поперечных профилей речных русел, составленных в разные годы [1, 5].

При отсутствии данных наблюдений предельно возможные горизонтальные и вертикальные деформации речных русел могут быть определены согласно [4]. Данный метод включает в себя определение ширины русла и максимальной глубины, при которых наблюдаются наибольшие русловые деформации. Для этого: 1) если имеются данные об уровнях воды, глубине, ширине потока, выбираются необходимые уровни воды (от минимального до максимального через определенный шаг). Если необходимое значение уровня воды отсутствует, оно определяется интерполяцией между соседними датами; 2) для каждого уровня определяется значение ширины русла и максимальной глубины, измеренные или интерполированные; 3) также для каждого уровня вычисляется разность максимальных и минимальных значений – амплитуда изменений плановой и вертикальной деформаций русла; 4) максимальные значение амплитуды являются деформацией речного русла.

С учетом этого автором проведена оценка горизонтальной и вертикальной деформации русла на примере реки Кия, через которую проходит трубопровод «Александровское – Анжеро-Судженск». Использовались данные, полученные на государственной сети наблюдений Российской федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Исследуемая река берет начало в Кемеровской области, течет на северо-запад в пределах восточных склонов Кузнецкого Алатау, на территории Томской области впадает в реку Чулым. Питание реки снеговое и дождевое. Замерзание реки происходит в ноябре, вскрытие – в апреле. Территория расположена в юго-



восточной части Западно-Сибирской равнины, характеризуется преобладанием русловых процессов, что приводит к усилению расчлененности рельефа и увеличению твердого стока. Согласно [1], преобладающим типом руслового процесса является свободное и незавершенное меандрирование. Река у г. Мариинска показана на рисунке 1.

Результаты оценки русловых деформаций реки Кия в г. Мариинске и д. Окунеево представлены в таблице 1.

Расчеты показали, что максимальная плановая деформация русла реки Кия варьируется от 11 до 33 метров в районе д. Окунеево и от 16 до 62 метров вблизи г. Мариинска. Вертикальная деформация колеблется в пределах 0,60 – 1,4 метра.

На графиках (рис. 2) видно, что максимальные плановые деформации происходят при уровнях воды в реке приблизительно 150, 500 и 850 метров. Максимальные значения вертикальной деформации русла наблюдаются при различных уровнях воды.

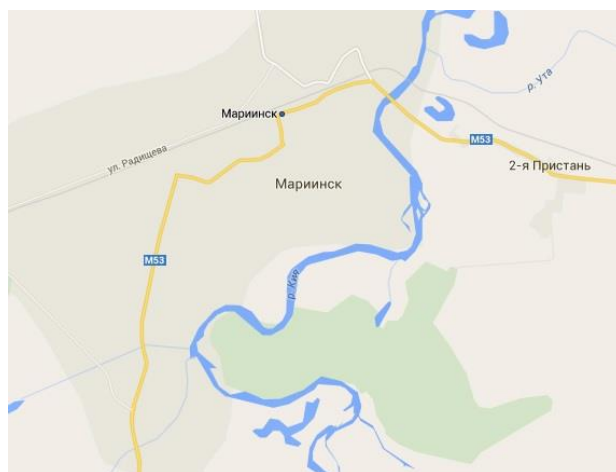


Рисунок 1 – Река Кия - город Мариинск

Таблица 1

Динамика русловой деформации реки Кия

Водпост	Уровень воды, м	Максимальная плановая деформация русла $D_{max}(B)$ , м	Максимальная вертикальная деформация русла $D_{max}(h)$ , м
р. Кия – д. Окунеево	400	28,250	0,843
	450	33,174	1,300
	500	23,486	1,285
	550	17,552	1,269
	600	11,639	1,252
	650	14,164	0,921
	700	17,688	1,107
	750	20,262	1,045
	800	23,011	1,266
	850	26,765	1,223
	900	27,789	1,348
950	11,756	0,691	

Окончание Таблицы 1

р. Кия – г. Мариинск	100	16,62	0,27
	150	61,88	1,31
	200	53,96	1,36
	250	47,33	1,09
	300	42,22	1,31
	350	25,92	1,31
	400	28,63	0,82
	450	39,17	0,90
	500	49,94	0,79
	550	47,98	0,57

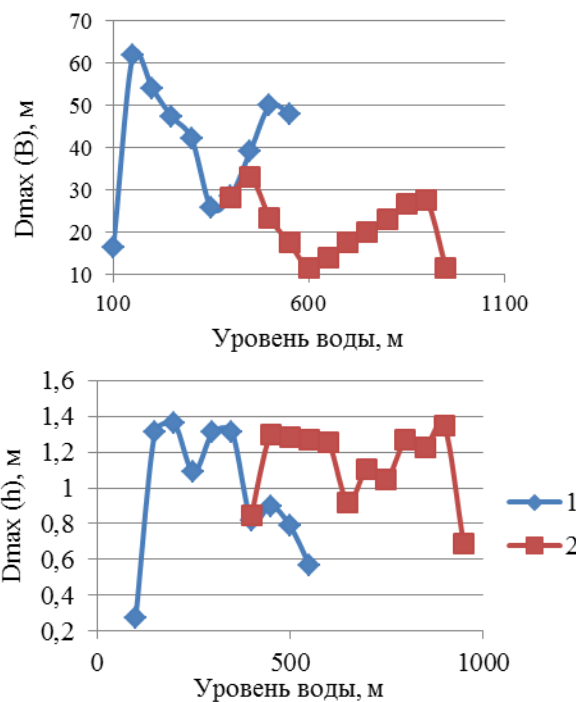


Рисунок 2 – Динамика русловой деформации реки Кия:  
1 - г. Мариинск; 2 - д. Окунево

Оценка предельно возможного вертикального размыва русла  $Z_{lim}$  и прогноз максимально возможных горизонтальных деформаций русла  $\Delta B(T)$  проведена по формулам:

$$Z_{lim} = Z_{min} - D_{max}(h_{max}) - \delta_h \quad (1)$$

$$\Delta B(T) = T * (D_{max}(B) + \delta_B) \quad (2)$$

где  $Z_{min}$  – отметка дна реки, м;  $T$  – период времени, год;  $\delta_B$  и  $\delta_h$  – погрешности измерения ширины и глубины потока, м.

По подсчетам предельно возможный вертикальный размыв русла через 25 лет составил на отдельных участках до 1,4 метра в Мариинске, до 0,8 метра – в Окунево. Прогноз максимально возможных плановых деформаций русла показал, что за тот же период в Мариинске деформация составила 830 метров, в Окунево – 155 метров.

Сравнивая максимальные деформации русла реки Кия с реками таежной зоны Западной Сибири [3, 6], можно сделать вывод, что у исследуемой реки деформация развивается более интенсивно. Это объясняется отсутствием заболоченных территорий, что способствует русловой эрозии, а также торфяных месторождений. Кия более полноводная река, переносит большое количество твердых наносов.

Деформация русел на участках рек с переходами трубопроводов выше, чем на участках, находящихся в естественных условиях. Определение русловых деформаций позволяет более качественно проводить инженерные изыскания с целью проектирования переходов нефтепроводов через водотоки, так как главной задачей проектирования является обеспечение их максимальной сохранности и надежности. Значения плановых деформаций русла варьируются в широких пределах – от 11 до 62 метров, вертикальных – от 0,6 до 1,4 метра. Величина деформации зависит от уровня воды в реке, ширины потока, глубины реки, наличия перехода трубопровода на участке и др. Учет русловых деформаций при проектировании нефтепроводов на реках позволит значительно снизить количество отказов и аварий, и, как следствие, улучшит экологическую обстановку на территории деятельности нефтегазовых предприятий.

#### Литература

1. ВСН 163-83. Ведомственные строительные нормы. Учёт деформаций речных русел и берегов водоёмов в зоне переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). – М.: Госкомгидромет, 1985. – 142 с.
2. Рудаченко А.В., Саруев А.Л. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 136 с.
3. Савичев О.Г., Решетько М.В. Методы ориентировочной количественной оценки твердого стока и русловых деформаций для равнинных рек таежной зоны Западной Сибири // Инженерные изыскания. – 2012. – № 1, С. 52 – 56.
4. Савичев О.Г., Решетько М.В. Способ измерения и долгосрочного прогноза деформации речных русел при отсутствии русловых съемок // Патент России № 2468337, 27.11. 2012.
5. Учёт руслового процесса на участках подводных переходов трубопроводов через реки. Стандарт организации. СТО ГУ ГГИ 08.29-2009. – СПб.: Нестор-История, 2009. – 184 с.
6. Savichev O. G., Reshetko M. V., Matveenko I. A., Ivanova Ye. V. Evaluation of plain river channel deformation in the absence of observation data // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 2015. Vol. 6.

#### ЭМИССИЯ МЕТАНА ВОДНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Калманович

Научный руководитель старший научный сотрудник Д.Н. Гарькуша  
Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, Ростов-на-Дону, Россия

На современном этапе развития цивилизации одной из актуальных экологических проблем является глобальное изменение климата. Климат Земли был всегда изменчив. Основной причиной наблюдаемых климатических пертурбаций, по

мнению большинства ученых, является увеличение содержания в атмосфере Земли парниковых газов (диоксида углерода, метана, закиси азота, галоидуглеродов, в том числе хлорфторуглеродных; некоторые исследователи относят к ним и пары воды), среди которых, вторым по значимости является метан. Как известно, природная составляющая этих газов содержится в атмосфере в количестве менее, чем 1%. Однако этого достаточно, чтобы создать «естественный парниковый эффект», который позволяет сохранять на планете температуру примерно на 30°C выше той, которая была бы в случае его отсутствия [3]. Вклад России в изменение газового баланса атмосферы остается дискуссионным. Основное противоречие заключается в подходах к расчетам эмиссионных и стоковых потоков парниковых газов. Доминирующим источником современного биогенного метана в гидросфере служат донные отложения, из которых газ, проходя через водную толщу, выделяется в атмосферу [2]. Целью настоящего исследования является оценка суммарной эмиссии метана в атмосферу водными экосистемами Ростовской области.

Для достижения цели на основе собственных картографических измерений установлена площадь водоёмов и водотоков, расположенных в пределах области, собраны и обобщены опубликованные [1, 5] и оригинальные данные по концентрациям метана в их водной толще, для каждого водного объекта рассчитаны потоки метана с их поверхности в атмосферу. Расчет основных морфологических характеристик (длина, ширина, площадь) и потоков метана с поверхности водоёмов и водотоков (Таганрогский залив, Цимлянское водохранилище, реки Дон, Северский Донец и др.), расположенных в пределах нескольких субъектов Российской Федерации и сопредельных государств, производился только для акваторий водных объектов, находящихся в границах Ростовской области. Для определения эмиссии метана в атмосферу использована широко известная ученым, занимающимся данной проблематикой, формула [1, 5], которая получена на основе серии натурных замеров потоков метана на различных водных объектах Ростовской области. Уравнение регрессии имеет следующий вид:  $\lg F_{\text{CH}_4} = 0.8763 \cdot \lg C_{\text{CH}_4} + 3.7384$  ( $r = 0.72$ ;  $n = 65$ ;  $P < 0.01$ ), где  $\lg F_{\text{CH}_4}$  – логарифм потока метана из воды в атмосферу, нл/м<sup>2</sup> сутки;  $\lg C_{\text{CH}_4}$  – логарифм концентрации метана в воде, нл/дм<sup>3</sup>.

Анализ данных показывает, что содержание метана в воде водных объектов Ростовской области изменяется в пределах от 0,48 до 2445,7 мкл/л, в среднем составляя 52,1 мкл/л. Максимальные содержания метана наблюдаются в воде рек Темерник (в среднем 186,4 мкл/л), Глубокая (157,3 мкл/л), Мертвый Донец (91,2 мкл/л), Морской Чулек (90,4 мкл/л), Кизитеринка (84,6 мкл/л) и протоки Аксай (73,5 мкл/л). Среди водоёмов максимальными концентрациями метана в воде характеризуются такие озера как Атаманское (среднее содержание – 89,3 мкл/л) и Пелёнкино (62,2 мкл/л), а также некоторые пруды. В среднем наиболее высокие концентрации метана характерны для рек (55,7 мкл/л), несколько меньшие – для озёр (42,3 мкл/л) и водохранилищ (39,0 мкл/л). Минимальные концентрации газа установлены в воде Таганрогского залива (в среднем 10,3 мкл/л), что связано, главным образом, с уменьшением скорости продукции метана в верхних горизонтах донных отложений, вследствие перехода от пресноводной структуры зональности микробиологических процессов в донных осадках к морской [1, 5]. Появление экстремально высоких концентраций метана в водных объектах, как правило, является следствием антропогенного загрязнения.

Расчеты (по средним концентрациям CH<sub>4</sub>) показали, что суммарная эмиссия метана водными объектами Ростовской области составляет 137,3 тыс. м<sup>3</sup> в сутки (или 96,1 тонн/сутки, или 0,035 Тг в год, если грубо пересчитать на 365 дней). В

данную величину наибольший вклад вносят реки – 42% и Таганрогский залив – 33%, на водохранилища и озера приходится 20% и 5% соответственно. Согласно опубликованной ранее оценке [4], общая эмиссия метана природными и антропогенными источниками Ростовской области составляет 458 млн. м<sup>3</sup> в год. Доминирующий вклад по данным оценкам вносят свалки ТБО (30,8%) и угольные шахты (25,5%). На водные экосистемы приходится 75,4 млн. м<sup>3</sup> в год (16,5%) или около 207 тыс. м<sup>3</sup> в сутки, что в 1,5 раза (или на 70 тыс. м<sup>3</sup>) больше рассчитанной в данной работе величины. Более низкие величины суммарной эмиссии метана, полученные в настоящей работе, обусловлены тем, что расчет потоков производился только для акваторий водных объектов, находящихся в пределах Ростовской области, а в ранее опубликованной работе [4] расчет потоков для Таганрогского залива, Цимлянского водохранилища, рек Дон и Северского Донца велся с учетом всей площади их акватории. Помимо этого, в настоящей работе расчет потоков метана проводился индивидуально для каждого водного объекта, в то время как в ранее опубликованной работе, выполнен более обобщенный расчет. Поэтому, приведенная в данной работе оценка эмиссии метана (137 тыс. м<sup>3</sup> в сутки или 11% от общей эмиссии природными и антропогенными источниками Ростовской области) является более точной.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта № 5.1848.2014/К.*

#### Литература

1. Гарькуша Д.Н., Федоров Ю.А. Метан в устьевой области реки Дон. Ростов-н/Д-Москва: ЗАО «Ростиздат», 2010. 181 с.
2. Гарькуша Д.Н., Фёдоров Ю.А., Тамбиева Н.С. Факторы формирования пространственно-временного распределения содержания метана в водных экосистемах // Матер. научн. конф. с междунар. участием «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Часть 1. Ростов-на-Дону, 2015. С. 19-24.
4. Руководство к публикации МГЭИК «Изменение климата 2001: Смягчение последствий». Перевод с англ. ЮНЕП М.: АНО ЦМП. 2011. 27 с.
5. Фёдоров Ю.А., Гарькуша Д.Н., Трофимов М.Е. Метан городских агломераций и его вклад в общую эмиссию (на примере Ростовской области) // Труды 3-й Междун. научной конф. «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. СПб.: РГГМУ, 2005. С. 51–52.
6. Федоров Ю.А., Тамбиева Н.С., Гарькуша Д.Н., Хорошевская В.О. Метан в водных экосистемах. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов-на-Дону – Москва: ЗАО «Ростиздат», 2007. С. 179–230.

#### **ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИМЫКАЮЩЕЙ К ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД» И ПРОБЛЕМЫ ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ДАННЫМ ФАКТОРОМ**

**Е.С. Кравцова**

Научный руководитель ассистент Г.Л.Осипенко

*Гомельский государственный университет им.Ф.Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь*

Для нужд производства ОАО «Гомельский химический завод» использует речную воду, которую берет на собственных водозаборных сооружениях правобережной старицы Сож близ деревни Осовцы. Она используется для подпитки



водооборотных систем предприятия и приготовления химически очищенной воды для питания котлов-утилизаторов сернокислотного производства, а также котлов заводской ТЭС. Для учета количества забранной воды и сбрасываемых сточных вод на всех контрольных точках предприятием установлены приборы учета. Сбрасываются сточные воды через два специально оборудованных выпуска только после их очистки на локальных очистных сооружениях, где технологическая вода промышленных цехов проходит через станцию нейтрализации, шламонакопитель и пруды-усреднители. Разрешенное к сбросу количество установлено в размере 3,7 млн м<sup>3</sup> в год, но фактический сброс намного меньше (2,2 млн м<sup>3</sup> в 2013 году).

Основными факторами, определяющими химический состав подземных вод в пределах зоны влияния отвала фосфогипса является: тесная гидравлическая взаимосвязь водоносных горизонтов, интенсивность поступления загрязнения, состав и проницаемость водовмещающих пород, водообмен с поверхностными водами. Для зоны отвала фосфогипса характерно следующее распределение загрязнения с глубиной: а) высокое содержание загрязнителей в грунтовом водоносном горизонте, кроме хлор-иона; б) заметное снижение концентраций контролируемых компонентов в подморенном водоносном горизонте, связано с буферными свойствами днепровской морены; в) низкие концентрации контролируемых компонентов, близкие к фоновым в палеогеновом водоносном горизонте, что определяется буферными свойствами алевритов палеогена.

Для зоны ближней периферии, приуроченной к старым отвалам фосфогипса, отмечается нарастание концентрации загрязнителей от грунтового водоносного горизонта к подморенному и снижение в палеогеновом. Это объясняется слабым латеральным растеканием загрязнения в грунтовом водоносном горизонте и более высокой латеральной фильтрацией в подморенном (инверсия загрязнения).

Для зоны дальней периферии можно отметить низкое содержание загрязнения, в целом близкое к фоновому. Повышенные концентрации присущие только для активно мигрирующих веществ (сульфаты, хлориды, азот аммонийный) в подморенном (больше) и палеогеновом (меньше) водоносных горизонтах по направлениям основных потоков подземных вод.

В пределах грунтового водоносного горизонта сульфатное загрязнение носит площадной характер, а алюминий, фосфор фосфатный, азот аммонийный и фтор-ион проявляются в виде очагового загрязнения. Десятикратное превышение фоновых загрязнений на участке вблизи свежееотсыпаемых отвалов фосфогипса является постоянным по сульфатам, фосфору фосфатному, фторидам, алюминию, сухому остатку, азоту аммонийному. В пределах подморенного водоносного горизонта загрязнение носит локальный характер по сульфатам и очаговый – по хлоридам и фосфору фосфатному. На границе базовой санитарно-защитной зоны качество подземных вод соответствует установленным допустимым уровням.

Для перехвата поверхностных сточных вод в период весеннего таяния снегов и осенних дождей с отвала фосфогипса вокруг отвала выполнен гидроизолированный обводной канал. За счет большой площади поверхности канала вода, поступающая в канал, испаряется естественным способом, поэтому в устройстве специальной линии по отведению сточных вод нет необходимости. Фосфогипс оставшийся на дне обводного канала, вычищается и направляется в отвал. Для ОАО «Гомельский химический завод» «Белорусским проектно-изыскательным институтом «Белводоканалпроект» разработан проект защиты поверхностных и грунтовых вод от загрязнения с отвалов фосфогипса, в основу которого положены материалы инженерных изысканий Минского отделения ГПИ

«Союзводоканалпроект», БелГИИЗа, объединения «Белорусгеология» и результаты научно-исследовательских работ ГГУ, БелНИГРИ и ВНИИ ВОДГЕО.

В проекте «Защита подземных вод от загрязнения. Опытно-экспериментальная установка» принимается разработанная ГГУ концепция контролируемого загрязнения подземных вод, последствия которого предполагается удерживать на допустимом уровне в процессе эксплуатации сооружений инженерной защиты. Принятый подход является оправданным, потому что развитие масштабов загрязнения подземных вод во времени и пространстве происходит крайне медленно, поэтому целесообразно обойтись сравнительно малозатратными инженерными мероприятиями и наблюдениями за качественным составом подземных вод[1].

Центральная заводская лаборатория ОАО «Гомельский химический завод» осуществляет локальный мониторинг сточных вод. Локальный мониторинг сточных вод включает в себя получение информации о количественном и качественном состоянии сточных вод, сбрасываемых предприятием, сравнение результатов с установленными нормативами и передачу информации в территориальный орган Минприроды РБ. Системой локального мониторинга организован контроль после прохождения станции нейтрализации, шламонакопителя и пруда-усреднителя сброса сточных вод по выпуску № 1 и выпуску № 2 в Мильчанскую канаву согласно схеме контроля сточных вод. Также центральной заводской лабораторией проводится контроль за качеством воды Мильчанской канавы и реки Сож. Точки отбора проб в реке Сож – выше канала городских очистных сооружений и ниже впадения канала

#### Литература

1. Проект СЗЗ ОАО «Гомельский химический завод» / сост. отдел охраны окружающей среды. – Гомель, 2014. – 271 с.

### **РОЛЬ ВОДЫ В РАЗВИТИИ ЖИЗНИ И ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ**

**У.П. Кундянова**

Научный руководитель ассистент С.Н. Федосеев

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск, Россия*

Вода (оксид водорода) – бинарное неживое объединение с химической формулой  $H_2O$ . Молекула воды заключается из двух атомов водорода и одного – кислорода, которые связаны между собой ковалентной связью. При обычных состояниях представляет собой бесцветную жидкость, не обладает цвета (в небольшом количестве), запаха и вкуса. В стойком состоянии называется ледяной (кристаллы льда могут создавать снег или иней), а в газообразном – водяным паром. Вода тоже может действовать в внешности жидких кристаллов.

Вода представляющий преимущественно распространённым растворителем на планете Земля, во многом указывающим основные черты общеземной химии, как науки. Наибольшая часть химии, при её возникновении как науки, открывалась собственно, как химия водных растворов веществ.

Её порой представляют, как амфолит – и кислоту и основание параллельно (катион  $H^+$  анион  $OH^-$ ). В отсутствие сторонних веществ в воде подобна централизация гидроксид-ионов и ионов водорода (или ионов гидроксония),  $pK_a \approx$

16. Вода – очень общераспространенное вещество в макрокосмосе, впрочем, из-за наивысшего среди жидкостного давления вода не может действовать в жидком положении в состояниях вакуума макрокосмоса, отчего она показана исключительно в виде пара или льда.

Неким из преимущественно главнейших вопросов, соединенных с изучением макрокосмоса человеком и допустимости происхождения жизни на иных планетах, показывается вопрос о существовании воды за пределами Земли в довольно наибольшей крепости. Безусловно, что другие кометы более, чем на 50 % состоят из водяного льда. Не стоит, однако, оставлять, что не каждая водная условия полезна для жизни.

В конечном итоге артподготовки лунного астроблема, проведенной 10 октября 2010 года НАСА с применением макрокосмического аппарата LCROSS, в первый раз были приняты справедливые подтверждения присутствия на спутнике Земли водяного льда в большущих объёмах. Исполняет функцию суперуниверсального растворителя, в котором совершаются главные биохимические развитие оживленных организмов. Провода обширно общераспространенный в лучезарной подсистеме. Присутствие воды (в главном в виде льда) опровергнуто на многих спутниках Юпитера и Сатурна: Энцеладе, Тефии, Европе, Ганимеди и др. Вода существует в структуре всех комет и многих планетов. Учёными считается, что многие нефтяные микрообъекты располагают в своей структуре воду.

Вода составляет 57% массы человека к 60 годам. Важнейшая доля воды, приблизительно 80%, сконцентрирована наружу клеток, а 35% - это внеклеточная вода, которая распределяется на две части: наименьшая часть, около 9%, - это кровь и лимфа (она обнаруживается фильтром крови), а большущая часть – межтканевая, омовение клетки. В отсутствие воды непереносимо питание и выработка организма. Для жизни нужно, чтобы высокопитательные вещества попадали в кровь, которая разносит их по целому организму. Сама кровь, как представлено, также имеет немалое количество воды. В любом органе нашего тела, в любой живой клетке распространяются превращения неких веществ в остальные. Из поступающей в организм пищи формируются нетрудные вещества, нужные для его необычной работы. Все эти превращения вероятны только тогда, когда разнообразные вещества в организме находятся в составе. Вот почему так немало воды в нашем теле.

Люди весьма стремительно чувствует нарушение водного энергобаланса. Если число воды в человеческом организме понизится на 2-4% (0,5-1л) напротив нормы, человек чувствует жажду; при понижении на 6-9% (2-3 л) его кожа наморщивается, во рту пересыхает, разум затуманивается, могут возникнуть галлюцинации; потеря 13% влаги 5 л требует расстройство психического аппарата, срыв глотательного рефлекса; при потере 15-17% (7-8 л) человек умирает.

Вода на Земле возможно действовать в трёх главных состояниях – жидком, газообразном и твёрдом и в свою очередь принимать самые разнообразные формы, которые часто взаимодействуют друг с другом. Водяной пар и облака в небе, морская вода и айсберги, возвышенные ледники и нагорные же реки, водоносность слои в земле. Вода способна растворять в себе немало веществ, завоеывая вопреки этому самые различные вкусы и запахи. Это действует на выбор питья и животными, и человеком. Так, и человек без первой нужды не станут пить морскую солёную воду или воду из болотца. И человек, и животное отдадут выбор воде свежей и чистой, из водоносности сред или из нагорных источников и речной.

Привкус, присущий для минеральной и газированной воды, подают растворённые в воде минералов вещества, потому как чистый  $H_2O$  безвкусен.

Вязкость воды – совместность микрохимических и физиологических свойств воды, объединенных с хранением в ней размешанных солей щёлочноземельных металлов, особенно, кальция и магния. Вода с высоким хранением подобных солей называется жёсткой, с низким содержанием – мягчайшей.

Соли вязкости, а вернее их катионы  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  реагируют с анионами жирных кислот, входящими в строение мыла, и создают слаборастворимые объединения, такие как  $Ca(C_{17}H_{35}COO)_2$  и др.

### **Заключение**

Наиболее легкий и общераспространенный метод обеззараживать воды – кипячение. Для того чтобы быть в наличии убежденным в свойстве кипяченой воды, нужно принести ей прокипеть не больше шести минут, а затем тот прохладить воду непременно в затворенном от пыли сосуде, по-другому все усилия будут напрасными. По наружному типу кипяченая вода никем не различается от сырой. Но если добавить в стаканы с этой и иной водой мало (на краешке ножа) поваренной соли и погрести стаканы, то в сырой воде возникнут малые пузырьки атмосферы, а в кипяченой. Соль снижает растворимость атмосферы в воде и вынуждает его отличаться в внешности пузырьков. В кипяченой воде растворенного воздуха почти отсутствует.

### **Литература**

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия – М.: Высш. шк., 1998
2. Глинка Н.Л. Общая химия – Л.: Химия, 1988
3. Кнунянц И. Л. Большой энциклопедический словарь Химия – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998
4. Крицман В. А., В. В. Станцо Энциклопедический словарь юного химика – М.: Педагогика, 1982

## **МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ**

**У.П. Кундянова**

Научный руководитель ассистент С.Н. Федосеев

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Юрга, Россия*

Геологическая история Горного Алтая содержит практически 2 млрд лет, и каменная изолетопись гор и низменность открывает геологам трудность его наружного определения. Северо-западная часть местности окраины позаимствована краем Западно–Сибирской плиты, а восточная и южная сильноскладчатыми горными разрушениями Салаирского кряжа. Общеземная кора, носящая трехслойное структура, доходит толщины от 50-52 до самого 60-65 км, повышаясь под горными массивами.

Равнинные местности окраины овладевают Кулундинскую тектоническую долину, при которой присуща высокая мощность осадочных толщ до самого 200-1400 м. Горный Алтай и Алтайский край состоятельны реками. По предоставленным горного инженера О.М. Торопова их имеется 4893, из них 1221 река располагает протяженностью больше 15 километров. Всеобщая протяжение рек составляет 35390 километров. Предоставленная местность относится к водосборному бассейну р. Оби, которая основывается в пределах Горного Алтая и переходит Алтайский край уже как наибольшая водная артерия.

Расположение рек и озер содержится в близкой взаимозависимости к местным врожденным условиям и, в основную очередь, от структуры ландшафта и климата. В зависимости от данных повод всю водную сеть окраины можно распределить на две части: 1) бассейн Верхней Оби, захватывающий горную подсистему Горного Алтая, его предгорья, все Правобережье и маленькое численность рек, проваливающихся в Обь с левой стороны; 2) бассейн степных рек и высокое количество пресность, соленых и сильносоленых озер бессточной Кулундинской долины. Местность Алтайского края полностью находится в высшей части р. Оби. Река получившийся от слияния Бии и Катунь и после низменной части течет большущий полноводной рекой. Посреди ее приливов доминируют небольшие. Главное численность воды Обь скапливает в горах Горного Алтая, где имеется больше 1900 рек свыше 20 км. Плотность речной сети, длиной составляет 2,5...3 км. Многие реки появляются велико в горах из снежников и ледников, направление их быстрое, порожистость русло, а присутствие тектонических обрывов из крепких пород содействует основанию живописных водопадов. Реки на редких участках практически ровны или собственным пейзажам воспроизводят направленность тектонических разрушений и перемещений. В посредственном направлении рек характер впадин изменяется, они раздаются и выстуживаются. На участках большущих плоскогорье и межгорных возвышений реки сходятствуют полевые водотоки. Рельеф и горные части у всех рек выработаны впадины с пойменными и надпойменными террасами.

Порядок стока устанавливается общеклиматическими условиями. Большая часть рек окраины характерно дождевое и снежное содержание. Почвенное содержание показано значительно ниже за исключением рек равнинной части. В высокой горе содержание рек снежное, ледниковое и отчасти дождевое. Порядок рек меняется в взаимозависимости от оттаивания снегов, выпадать дождей, структура рельефа, подкладывающий горных пород. Перед теплое время года осваивает до 80% и снежнее годового стока. Одну недолгое и преждевременное разлив - на реках Кулундинской низменности. В истоках бассейна Кулунды разлив длится 12-14 дней, а в нижнем направлении оно существенно долговременнее. После разливы величина воды стремительно выпадает, реки мелеют.

Промерзание рек случается в конце октября и ноябре. Ледостав продолжается 120-190 дней, а толщина льда доходит 260-290 см. Открытие рек возникает как правило в начале мая. Обь - огромная сибирская река (площадь бассейна больше 4 млн. квадратных км. Длина от объединения Бии с Катунью 3596 км) протекает в пределах окраины на протяжении 673 км. В обширной долине, с внятно показанными надпойменными террасами. На левом берегу немало крутых обрывов, правый берег небольшой. Содержание Оби - перемешанное, с преимуществом снегового 50% и видной частей дождевого 28%. Половодье на Оби появляется в конце апреля и продолжается больше 130 дней.

Снижение от середины Алтая к провинции обладает ступенчатый характер, подчеркивание разделением растительности. В больших периодах сохранились следы давних выправленных поверхностей.

Наибольший рост величины до 2-9 м. приходится на май - начало июня, иногда тают горные снега и ледники. Чарыша и Катунь, в истоках Ануя, Каменки и др. высокие утраты половодного стока определены выработыванием карстовых событий (отверстие, крахи, трещины). Максимальные посредственные модули наибольшего стока имеются на альпийских реках (Ак-кем, Ак-Туру, Солонка, Лебедь), характеризующейся увеличенной увлажненностью.



Тепловой порядок рек охарактеризовать подчиненностью температуры воды от возвышения места и действия тех или иных видов содержания. Зимний порядок охарактеризовать трудностью. Для низовьев больших и средних рек свойственно впоследствии установление ледостава и позднее - вскрытие. Наоборот, в верхних частях эти реки замерзают потом и закрываются раньше. Продолжительность ледостава на реках качается от 120 до 300 дней, а на отдельных участках рек ледостава как правило не замечается (р. Бия - с. Кебезень, р. Башкаус - с. Усть-Улаган, р. Чуя - с. Белый Бом).

Катунь - самая большая река анализируемой местности, берет начало на южном склоне Катунского хребта у горы Белухи. Главные приливы Катуня - р. Кокса, Мульта, Кочурла, Коруган, Чуя, Аргут, Иша, Кадрин, Урсул. Река Бия - вторая по уровню водная артерия Горного Алтая. Берет начало из Телецкого озера. В наибольшей степени большие притоки Бии - р. Пыжа, Неня, Чулышман, Сарыкокша. В бассейне р. Бия полагаются насыщенные лесоразработки, по рекам спускается лес молею и в плотках.

Озера Горного Алтая разнообразны по появлению, морфологии озерных котловин и водному режиму. В общем на анализируемой местности имеется около 8000 озер всеобщей площадью более 700 квадратных км. Притом из этой площади 234 квадратных км. приходится на Телецкое озеро. По своему появлению Телецкое озеро должно отнести к тектонически-ледниковому виду. Озеро лежит на высоте 457м в горах на Северо-восточной части Горного Алтая. Обладает узкую, удлиненную форму (длина 90км, посредственная ширина 4,3км), имеет наибольшую глубину 338 м, занимает четвертое место в России по глубоководности. Реки Горного Алтая и Алтайского края имеют высокое хозяйственное смысл; судоходство сформировано на Катуня, Чарыше, Бии, Оби. Огромное значение рек для водоснабжения сел и городов, орошения полей и пастбищ. В энергетическом отношении реки Горного Алтая тем временем используются редко. Все реки пригодны для спортивного рыболовства. По берегам рек в живописных местах устраиваются туристические базы, пионерские лагеря, дом отдыха.

#### Литература

1. <http://www.geohit.ru/region/1.html>
2. Виноградов Б.В. Примеры связи растительности и почв с новейшей тектоникой // Ботанический журнал. 1955. № 6. С. 837-844.
3. Протасов В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учеб. и справ. пособие. М.: Финансы и статистика, 1999. 671 с.
4. Крицман В. А., В. В. Станко Энциклопедический словарь юного химика – М.: Педагогика, 1982

#### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКИ ПРИПЯТЬ

**Е.А. Кухарик**

Научный руководитель доцент А.И. Павловский

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь*

Белорусское Полесье является уникальным природным комплексом Республики Беларусь. Основной водной артерией всего Полесья является река Припять с ее многочисленными притоками. Река Припять, бассейн которой занимает основную часть территории Полесской низменности, является

регулятором гидрологических, гидрогеологических, биологических, геохимических и других природных процессов на огромном пространстве в центре Европы, ведь отличительной чертой Припяти является хорошо развитая пойма с богатыми по разнообразию растительные и животные сообщества. Экологическое состояние реки Припять оказывает существенное влияние на развитие географических процессов Белорусского Полесья.

Река Припять является самым большим по величине и водности притоком Днепра. Общая длина реки в пределах Беларуси составляет 495 км. Площадь водосбора в пределах республики – 50900 км<sup>2</sup>. Долина Припяти шириной 70-75 км, слабо выражена (кроме участка в районе г. Мозыря), характерны пологие склоны. Ширина поймы в месте впадения Пины и Горыни составляет 16-18 км, ниже по течению – 8-9 км, вдоль Мозырской гряды сужается до 1-2 км, далее снова расширяется до 9 км. Основная часть поймы малолесистая, но в центральной части Белорусского Полесья множество дубрав и ивняков. Много болот, в основном низинных; крупнейшие болотные массивы – Поддубичи, Выгонощанское болото, Гричин, Загальский массив, Погонянское болото и другие. Озерность составляет около 1 %, наиболее крупными озерами являются Червоное, Выгонощанское, Споровское, Бобровичское. Особенность гидрологического режима – продолжительное весеннее половодье, кратковременная летняя межень, нарушаемая дождевыми паводками и почти ежегодными осенними подъемами уровня воды. В половодье и при дождевых паводках пойма Припяти затопляется, ширина разлива около Пинска достигает 30 км. Практически на всём протяжении реки получили развитие две надпойменные террасы [1].

Основными экологическими проблемами реки Припять являются изменение гидрологического режима и управление водными ресурсами, загрязнение поверхностных вод и изменение водных экосистем, их биологического разнообразия.

Очень важной экологической проблемой реки Припять является загрязнение радионуклидами. Припять протекает по загрязненным радиацией территориям вследствие аварии на ЧАЭС, и ее текущие воды играют важную роль в переносе радионуклидов за пределы зоны отчуждения. Достоверно известно, что именно перенос радионуклидов водами Припяти является основным путем их миграции.

Вынос радионуклидов усиливается в периоды разливов и затоплений территории поймы реки. Основными радионуклидами, которые содержатся в воде реки Припять, являются стронций-90 (<sup>90</sup>Sr) и цезий-137 (<sup>137</sup>Cs). Удельная активность перечисленных радионуклидов в водах Припяти находится в пределах 75-100 Бк/м<sup>3</sup> для <sup>137</sup>Cs и 170-400 Бк/м<sup>3</sup> для <sup>90</sup>Sr.

Одной из основных экологических проблем реки Припять является химическое загрязнение вод. Химическое загрязнение происходит при поступлении в реку вредных неорганических (минеральные соли, кислоты и другие соединения) и органических (нефть и нефтепродукты, органические остатки, пестициды) веществ. Вследствие этого происходит изменение естественных химических свойств воды за счет увеличения концентрации вредных примесей, что негативно сказывается на экологическом состоянии природных растительных и животных системах.

Вредные органические вещества и пестициды поступают в воду вследствие деятельности сельскохозяйственных предприятий. Нефть и нефтепродукты поступают в местах добычи горючих полезных ископаемых в пределах Припятского прогиба, а также в зонах прохождения магистральных нефтепроводов (например,

нефтепровода «Дружба»). Неорганические химические соединения являются выбросами крупных химических предприятий, расположенных в Гомеле, Светлогорске и Калинковичах. Масштабы сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в бассейн реки Припять в 2013 г. представлены в таблице 1.

Приоритетными веществами, загрязняющими воды реки Припять в результате отводимых в них сточных вод, являются сульфаты, органические вещества, нефтепродукты, фенолы и железо [2].

Таблица 1

*Количество сбрасываемых со сточными водами вредных веществ, тыс. т*

<i>Наименование загрязняющего вещества</i>	<i>Кол-во сбрасываемых веществ, тыс. т</i>
Органические вещества	1,51
Нефть и нефтепродукты в растворенном состоянии	0,02
Фосфат-ион	0,07
Сульфаты	7,16
Аммонийный азот	0,73
Нитритный азот	0,02
Медь	0,00028
Другие металлы (цинк, железо, никель, хром)	0,12

В последние годы в связи с активной антропогенной нагрузкой и проведением мелиорации земель наблюдается ряд угроз для уникальной экосистемы поймы Припяти и ее биоразнообразия. На многих участках болотные массивы и пойменные луга зарастают кустарниками. Также немаловажной является проблема усыхания пойменных лесов и дубрав, что обусловлено природными факторами и изменениями гидрологического режима в результате хозяйственной деятельности человека. В результате изменения гидрологического режима происходит повышение уровня грунтовых вод, что вызывает явления подтопления и затопления корневых систем деревьев и приводит к усыханию дубовых, ясеновых, ольховых, сосновых насаждений. В результате отмечаются изменения структуры и состава древостоя, травяного покрова, формаций и типов растительности. В связи с этим изменяется фаунистический состав биоценозов, прежде всего низших классов животных.

#### Литература

1. Нацыянальны атлас Беларусі / Складз. і падрыхт. да друку РУП «Белкартаграфія» у 2000–2002 гг.; гал. рэдкал.: М. У. Мясніковіч (старшыня) і інш.. – Мінск: РУП «Белкартаграфія», 2002. – 292 с.
2. 2 Гомельская область / Г.Н. Каропа, А.И. Павловский, В.Е. Пашук [и др.]; под ред. Г.Н. Каропы. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 167 с.

**АССОЦИАЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ****Ю.Ю. Левак**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время экономика Российской Федерации перешла к рыночной системе управления. Переход из одной системы к другой непременно приводит к изменению во всех социально- и экономически значимых сферах. Любой новый тип развития требует взаимосвязанных преобразований.

Приоритетными направлениями стратегической политики являются: развитие жизнеобеспечивающих отраслей городского хозяйства и социальной сферы; развитие рынков земли и недвижимости, предполагающее под собой упрощение процедур вовлечения земель в хозяйственный оборот; формирование института массовой оценки недвижимости и ведение на этой основе полноценного налогообложения недвижимости. Водный рынок остается без должного внимания. Система водных отношений на территории РФ остается неизменной. Меняются положения в Водном Кодексе, постановления министерства природных ресурсов, но данные изменения не меняют принципиально структуру управления. Несмотря на то, что водные ресурсы занимают стратегически важное значение во всем мире.

На территории нижнего течения реки Томи совместно эксплуатируются инженерные системы водохозяйственного и военно-промышленного комплексов. Комплекс сооружений подземного водозабора занимает территорию равную пяти гектарам. Томский водозабор подземных вод, состоит из 2 линейных рядов водозаборных скважин. В эксплуатации находятся 198 скважин. Глубина залегания скважин составляет от 80 до 198 метров, среднесуточная подача воды в город – 136 тысяч кубических метров.

На данной территории столкнулись интересы четырех главных водопользователей: «Сибирского химического комбината» (СХК), водоканала города Томска, Северского водоканала и населения. В результате деятельности этих водопользователей возникли две остро стоящие проблемы. Во-первых, формирование воронки депрессии в результате длительной эксплуатации водозаборов на территории нижнего течения реки Томи и формирование воронки репрессии на площадке захоронения жидких радиоактивных отходов (ЖРО) СХК. Для города Томска и города Северска, а также прилегающих сельских территорий важнейшими негативными последствиями, существования воронки являются: гидродинамические и гидрохимические изменения в характеристиках гидросферы; снижение уровня грунтовых вод; развитие процессов истощения подземных вод и их загрязнение; оседание земной поверхности и преобразование естественных ландшафтов, изменения подземного стока. С одной стороны, развитие воронки депрессии влечет за собой ухудшение качества воды в результате усиления водообмена за счет повышения скоростей внутри- и межпластовых перетоков и подтягивания некондиционных вод [1]. С другой стороны, происходит осушение почв, а, следовательно, снижение урожайности, требующее дополнительные затраты на орошение и мелиорацию земель. В результате аграрный комплекс несет убытки в виде упущенной выгоды.

Вторая проблема является следствием первой – возможность попадания в подземные воды палеогенового комплекса вод мелового комплекса, которые контактируют с захороненными ЖРО. В результате сложной гидродинамики, воды меловых отложений разгружаются в палеогеновый водоносный горизонт.

В настоящее время существует схема управления, которая с формальной стороны учитывает все, но это применимо для решения государственных проблем. Для урегулирования вышеперечисленных проблем необходимо создание единого управленческого органа, который объединял и учитывал бы интересы частных пользователей. Различные интересы водопользователей можно объединить путем создания ассоциации водопользователей. Данную модель управления водными ресурсами используют такие страны как США (штат Калифорния) с 1960 года, Испания с 1985 года, Узбекистан с 2002 года [2]. Опыт этих стран показывает, что именно организации самих водопользователей позволяют принимать наиболее эффективные решения в управлении использованием водных ресурсов, так как они видят корень проблем не понаслышке. Однако, данные организации в ряде стран имеют принципиальное отличие от ассоциации, которая предлагается в данной работе. Деятельность зарубежных ассоциаций водопользователей направлена на решение проблем, связанных с поверхностными водотоками. Подземные же ресурсы учитываются, но не имеют приоритетного значения. Однако, ситуация на территории Обь-Томского междуречья наглядно демонстрирует взаимную важность и связанность обоих. Также, наглядно видно, что несовершенная система управления подземными водными ресурсами привела к проблеме связанной с поверхностным водотоком, которая в свою очередь приводит к проблемам с земельно-имущественным регулированием. При создании подобного рода организаций возможно конструктивное взаимоотношение водопользователей в деле управления использованием водных ресурсов. Необходимо освоение стандартов других стран в системе вода-общество, которые имеют успех в применении модели управления «Ассоциация водопользователей». Ассоциация должна учитывать интересы всех водопользователей. Ее политика не должна быть временной, зависящей от ситуации. Создание необходимо для прогнозирования ситуаций, ликвидации накопившихся проблем, в целом – дальновидной. Эта организация не должна быть коммерческой. Иначе это неизбежно приведет к развитию коррумпированности. Для обеспечения развития ассоциации водопользователей без нарушения законодательства Российской Федерации должны быть разработаны соответствующие законодательные и правовые нормативные документы, регламентирующие деятельность ассоциаций водопользователей. Один из наиболее важных аспектов – система налогообложения. Средства от сборов должны быть направлены на поддержание в надлежащем состоянии систем водоснабжения и, в случае необходимости, устранения аварий и восстановления водных систем. А также, данная система должна стимулировать экономное использование ресурсов.

#### Литература

1. Попов, В.К. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К Попов, О.Д. Лукашевич, В.А. Коробкин [и др.]. - Томск: Изд-во ТГАСУ, 2003. -174 с.
2. Радкау, Й. Природа и власть. Всемирная история окружающей среды/ [текст] пер. с нем., сост. Указ. Н.Ф. Штильмарк. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2014. – 472 с.



**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПО УЛ. ОКТЯБРЬСКИЙ ВЗВОЗ,1 И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЕЁ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЕ**

**М.В. Ликаровская**

Научный руководитель А.А. Краевский

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,*

На территории г. Томска активно развиваются оползневые процессы, представляющие угрозу не только для зданий и сооружений, но и для проживающих на этой территории людей.

Одной из опасных в этом отношении является территория Октябрьского взвоза, где развиты как природные, так и техногенные оползни.

Г. Томск расположен на границе Западно-Сибирской равнины, на правом берегу р. Томи. Климат г. Томска характеризуется как резко-континентальный, с коротким теплым летом и продолжительной холодной зимой.

В геоморфологическом отношении, город расположен в пределах западного склона Томь-Яйского водораздела и представляет собой всхолмленную равнину. Главной рекой города Томска является Томь, с её притоками-Ушайкой, Басандайкой, М.Киргизкой, Керепеть. Река имеет смешанное питание: среди которого преобладает снеговое и дождевое.

Исследованная площадка расположена в центральной части города Томска в границах улиц Б.Подгорная, ул. Октябрьский Взвоз и ул. Октябрьская (рис. 1)

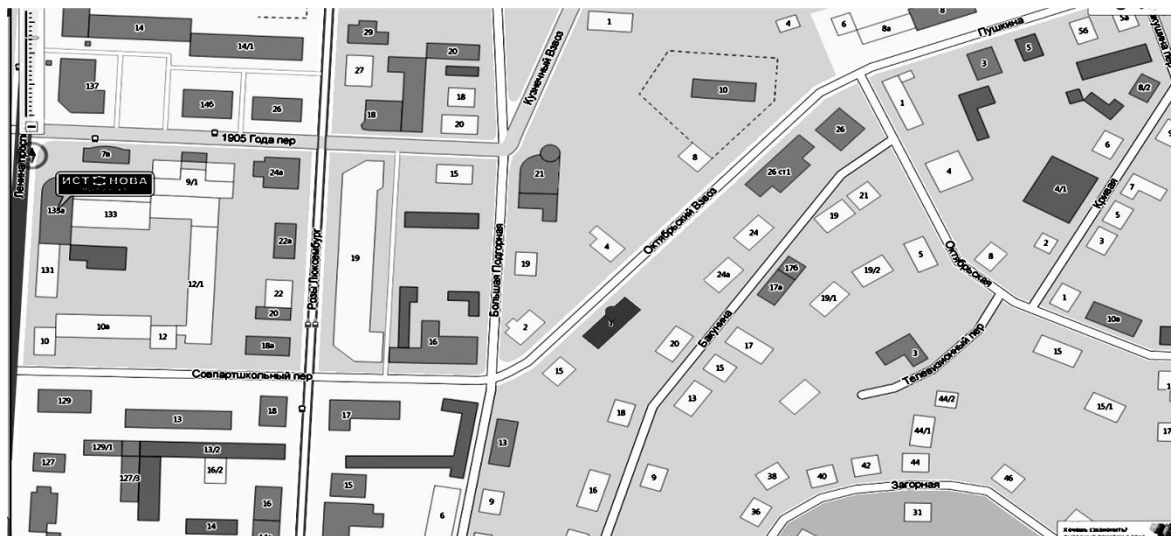


Рисунок 1 – Расположение оползнеопасного участка

В геоморфологическом отношении, площадка приурочена к 1-й надпойменной террасе р. Томи. Рельеф участка не ровный, имеет выраженный уклон в северо-восточном направлении.

Территория изысканий находится в жилой зоне города старой застройки с надземными инженерными коммуникациями: телефония и радиолиния. Прилегающая территория застроена в основном частными жилыми домами с выгребными ямами, погребами и другими хозяйственными постройками.

В геологическом строении изученной площадки до глубины 20,0 м принимают участие средне- и верхнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения окраинной части Томь-Яйского междуречья.

В геологическом строении участка принимают участие супеси, пески и суглинки. По составу, состоянию и физико-механическим свойствам выделено: Супесь твердая озерно-аллювиальная непросадочная; супесь пластичная аллювиальная; песок пылеватый озерно-аллювиальный маловлажный; суглинок текучепластичный озерно-аллювиальный с примесью органического вещества; песок мелкий маловлажный озерно-аллювиальный.

На данной территории в 2013 году произошел оползневой процесс представляющий собой оползень оплывания с глубиной захвата склона от 0,5 до 0,8 м. Оползневые массы в настоящее время располагаются в дворовой части здания между подошвой склона и зданием. В этих условиях они оказывают дополнительное негативное воздействие на здание и способствуют переувлажнению стен. Было решено провести инженерно-геологические изыскания на основании которых провести расчет на устойчивость склона.

На данной территории были проведены инженерно-геологические изыскания. Были пробурены 2 скважины и построены 3 инженерно-геологических разреза по линиям I-I, II-II и III-III. По линиям I-I и II-II были проведены расчеты на устойчивость склона.

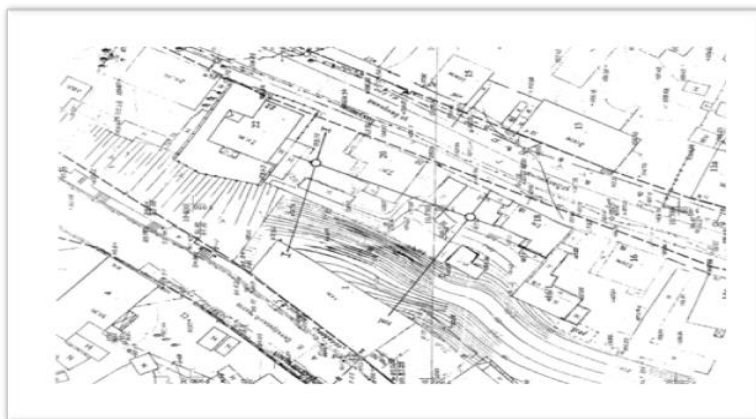


Рисунок 2 – Топографический план

В настоящее время при решении вопросов устойчивости склонов используют различные методы и расчетные схемы, которые базируются на различных теоретических подходах и отличаются между собой по способу решения задач и точности получаемых результатов. Использование той или иной схемы основывается на установлении ее граничных условий применительно к конкретным инженерно-геологическим условиям. Эти схемы являются графической или математической моделью склона и представляют частное решение конкретной задачи. При выборе расчетных схем важным моментом является установление механизма развития оползневой процесс и типа оползня.

Развитие оползневых процессов на склонах в слоистых или однородных по литологическому составу четвертичных отложениях происходит чаще всего по криволинейной (круглоцилиндрической) или близкой к ней поверхности скольжения. В данном случае формируются оползни сдвига, которые могут иметь различные размеры и криволинейную, близкую к дуге окружности, поверхность скольжения.

Согласно рекомендациям ПНИИС [6] количественную оценку и прогноз устойчивости склонов следует производить применительно к типам оползней,

вероятным в данных конкретных условиях. С учетом выявленного механизма и типа оползневых процессов осуществляется выбор методов и расчетных схем.

Исследуемая территория имеет уклон в северо-западном направлении. Абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 107,06-108,80 м на бровке склона и до 88,40-91,50 м у подошвы. Высота склона изменяется от 16,0 до 17,0 м.

Расчет методом круглоцилиндрической поверхности скольжения были проведены для оценки общей устойчивости склона по линиям I-I и II-II.

Высота склона по линии I-I составляет 10.8 м, угол наклона склона 30°. Коэффициент устойчивости склона равен 1.90.

На склоне отмечается локальные оползневые процессы с небольшой мощностью захвата насыпных грунтов и грунтов коренного склона. Оползни носят характер оплывания и проявляются при интенсивном выпадении дождевых осадков. В результате смещения грунтов со склона административное здание было присыпано оползневыми массами, представленными бытовыми отходами, золой и пр.

С учетом инженерно-геологических условий данного участка в качестве основных были использованы методы алгебраического сложения сил по круглоцилиндрической поверхности скольжения. Эти методы в теоретическом отношении достаточно хорошо разработаны и широко используются при решении практических задач по устойчивости склонов, откосов и бортов карьеров.

Анализ существующих методов расчета устойчивости склонов и откосов, учитывающих геологическое строение и конфигурацию склона, позволил рекомендовать для оценки устойчивости склона метод круглоцилиндрической поверхности скольжения предложенный Филлениусом с использованием графика Н. Янбу

Расчет методом круглоцилиндрической поверхности скольжения были проведены для оценки общей устойчивости склона по линиям I-I и II-II.

Высота склона по линии I-I составляет 10.8 м, угол наклона склона 30°. Коэффициент устойчивости склона равен 1.90.

На участке где наибольшая крутизна склона, была проведена локальная оценка устойчивости склона методом ломаной поверхности скольжения близкой к логарифмической спирали.

По результатам устойчивости склона можно сделать вывод, что склон является устойчив.

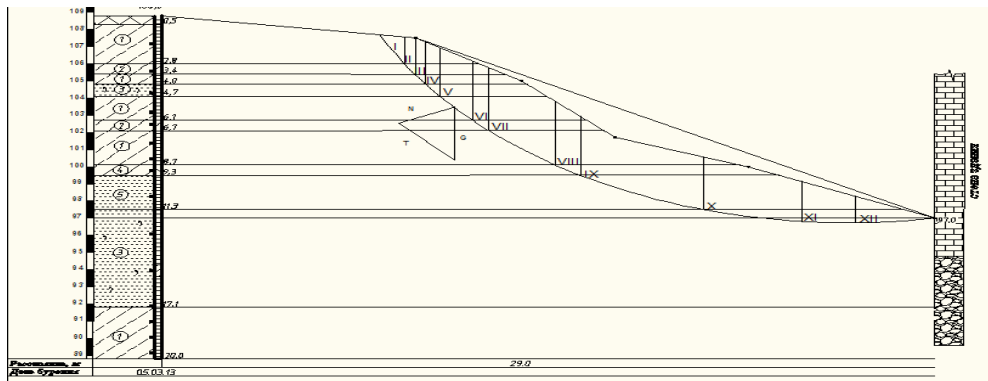


Рисунок 3 – Схема расчета устойчивости склона по линии I-I

По линии II-II высота склона 15,6 м. Угол наклона склона 24°. Общая устойчивость склона составила 1,66.

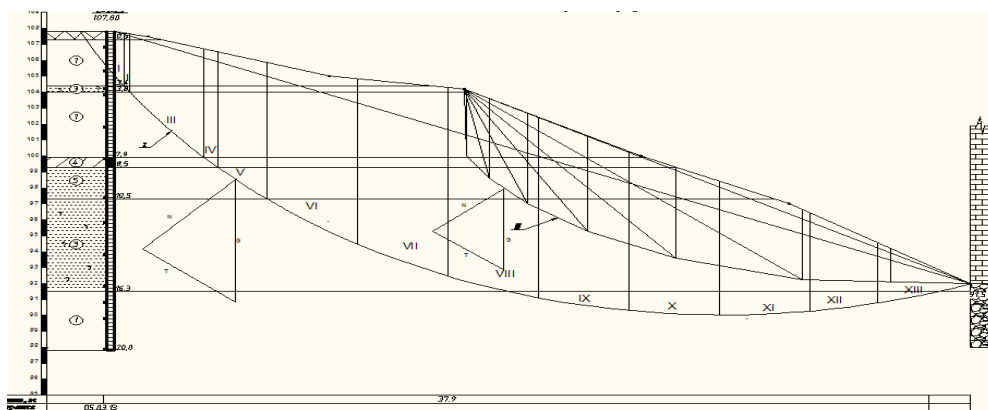


Рисунок 4 – Схема расчета устойчивости склона по линии II-II

Так же были проведены расчеты устойчивости склона при замачивании грунта, по результату которых было выявлено, что устойчивость склона уменьшилась и требует определенных мер по защите территории.

Сложный комплекс мероприятий по борьбе с оползнями подразделяется на пассивные и активные меры.

Пассивные меры – это предупредительные меры. К ним относятся:

1. Запрещение подрезки склонов
2. Запрещение подсыпок и строительства в оползневой зоне
3. Запрещение производства взрывных работ
4. Запрещение сброса на склон поверхностных вод
5. Запрещение уничтожения растительности на склоне.

Активные меры заключаются в инженерных способах борьбы:

1. Расчистка территории от оползневых масс.
2. Установление подпорной стенки в нижней части склона.

#### Литература

1. Бычков О.А. Инженерная защита территории // Изд-во ТГАСУ, 2003. – 25 с. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Минстрой Росси, ПНИИИС, М., 1997 г
2. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов // М.: Высшая школа, 1982. – 511 с.
3. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. ПНИИИС Госстроя СССР. М., Стройиздат, 1984.
4. СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территории, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования. Госстрой СССР М. ЦИТП, 1991 г.
5. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. Госстрой России. 1996 г.
6. ГОСТ 25100-96. Грунты. Классификация. Госстрой России. ПНИИИС. 1995 г

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ****А.А. Марина, Ю.А. Максимова***Научный руководитель старший преподаватель Ю.А. Максимова  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одно из наиболее важных направлений мировой водоохраной системы – защита подземных вод от загрязнения нефтепродуктами и химическими реагентами, используемыми на различных этапах разработки месторождения. Это обусловлено масштабами распространения этих видов загрязнений и высокой токсичностью нефтепродуктов, продуктов их распада и химических реагентов.

Основные источники нефтехимического загрязнения подземных вод следующие:

- проливы и аварийные разливы нефти и нефтепродуктов на участках эксплуатации нефтяных месторождений и при их транспортировке;
- потери нефти и нефтепродуктов на участках их переработки, хранения и отгрузки;
- нарушение герметичности оборудования, вследствие которого происходят проливы и перетоки в затрубное пространство токсичных химических веществ и нефтепродуктов;
- закачка в подземные горизонты огромного количества химических реагентов, используемых нефтедобывающей промышленностью для увеличения нефтеотдачи месторождений.

Основными загрязнителями являются нефть и нефтепродукты, минерализованные сточные и пластовые воды нефтепромыслов, отходы при бурении скважин, отходы водо- и нефтеподготовки, химические реагенты, которые применяют для интенсификации процессов нефтедобычи и бурения.

Наиболее опасными источниками загрязнения являются буровой шлам, отработанный буровой раствор и буровые сточные воды, относящиеся к разряду отходов бурения.

Буровые сточные воды содержат остатки бурового раствора, химических реагентов, нефти. Вследствие их высокой подвижности и аккумулялирующей способности к загрязняющим веществам буровые сточные воды являются самым опасным отходом при бурении, способным загрязнить обширные зоны гидросферы.

Буровой шлам — водная суспензия, в состав которой входит выбуренная порода (порядка 60-80%), органические вещества (8%), водорастворимые соли (до 6%), утяжелитель (барит, оксиды железа), глина, нефть. Буровой шлам является загрязнителем в результате присутствия химических реагентов: утяжелителей (барита, оксидов железа), кислот (соляной, уксусной, плавиковой), метанола.

Зона проникновения буровых растворов в пласт может быть весьма значительной, поэтому необходимо использование бурового раствора, не содержащего токсичных добавок, способных ухудшить качество подземных вод; качественное цементирование затрубного пространства. Также глубина спуска кондуктора должна быть выбрана с учетом перекрытия всех водоносных горизонтов. Необходимо исключение в качестве промывочной жидкости сырой нефти и дизельного топлива [2].

Значительное влияние на состояние подземных вод имеют поверхностно-активные вещества (ПАВ). ПАВ, благодаря своим моющим свойствам, вымывают нефть и нефтепродукты из грунта, что приводит к дополнительному загрязнению подземных вод. Различные ПАВ распространяются вместе с подземными водами



довольно на большие расстояния, увлекая за собой нефть, нефтепродукты и канцерогенные вещества. Из-за высокой проникающей способности ПАВ проходят через очистные сооружения водопроводов, попадая в питьевую воду и оказывая отрицательное влияние на организм человека.

Причинами попадания ПАВ в источники водопользования при закачке их в нефтяные пласты в основном являются негерметичность оборудования, отсутствие предохранительных устройств, которые исключают попадание ПАВ в окружающую среду при авариях и нарушениях технологического режима, неправильное хранение тары ПАВ и т.д. [3].

Учитывая отрицательное влияние ПАВ на свойства воды, необходимо строго нормировать сброс сточных вод в водоисточники и соблюдать предельно допустимую концентрацию ПАВ в воде.

В результате утечки, разлива, перетоков нефти по затрубному пространству дефектных скважин в подземных водах могут образовываться нефтяные линзы. При этом воды фильтруются сквозь линзу и загрязняются растворимыми нефтепродуктами.

Растворенные и эмульгированные в воде нефтепродукты относятся к числу трудноокисляемых микроорганизмами веществ.

Изменение химического состава подземных вод проявляется в виде повышения уровня общей жесткости и минерализации, повышенного содержания сульфатов и хлоридов, загрязнения нефтью и нефтепродуктами небольших водотоков, родников или неглубоких скважин.

Для устранения загрязнений подземных вод разработаны методы откачки и биохимической деструкции нефти. Метод откачки используется при образовании нефтяных линз.

Для микробиологического метода (метода биохимической деструкции нефти) выделяются штаммы аборигенных активизированных микроорганизмов, которые отбираются из подземных вод месторождения с наличием загрязнения для биологической очистки подземных вод от нефти и нефтепродуктов. Подземные воды - это благоприятная среда для существования микроорганизмов, способных трансформировать природные органические вещества. Загрязненные подземные воды содержат адаптировавшиеся микробные популяции, которые способны трансформировать загрязняющие вещества в окислительно-восстановительных условиях. Таким образом, наличие активной микрофлоры в подземных водах обеспечивает процессы их самоочищения. Однако естественное самоочищение природных объектов – это длительный процесс, продолжающийся от одного до нескольких десятилетий. Для увеличения скорости биохимической деструкции применяются два метода: метод стимуляции естественной нефтеокисляющей микрофлоры путем создания оптимальных условий для ее развития и метод введения в загрязненную экосистему активных углеводородоокисляющих микроорганизмов вместе с добавками солей фосфора и азота [1].

Методы откачки и биохимической деструкции были применены для очистки подземных вод Камского водохранилища от нефтяного загрязнения.

Очевидно, что нефтегазовая отрасль способна решать экологические проблемы, связанные с ее производственной деятельностью. В природоохранной системе действия должны быть направлены не только на обезвреживание потоков загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, но и на предотвращение их образования. Следовательно, необходимы тщательный контроль за техническим состоянием скважины и применяемого оборудования, изоляция

нефтяных и водоносных горизонтов во избежание нефтехимического загрязнения подземных вод, так как существует риск попадания загрязненных отходами нефтегазодобывающей промышленности вод в поверхностные водоемы и в источники питьевого водоснабжения.

В настоящее время ведется разработка альтернативных экологически безопасных химических реагентов, используемых в нефтяной отрасли. Использование таких реагентов снизит риск загрязнения подземных вод токсичными веществами и, следовательно, их внедрение в процессы нефтепромысла необходимо.

#### Литература

1. Логинов О.Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений. Уфа: «Реактив», 2000. – 100 с. Мазлова Е. А., Шагарова
2. Экологические решения в нефтегазовом комплексе. – М.: Издательство «Техника». ООО «ГУМА ГРУПП», 2001. – 112 с.
3. Назаров В.Д. – Влияние нефтедобычи на водные объекты // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – №2.

#### ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД

Т.С. Павелко

Научный руководитель: старший преподаватель Ю.Ю.Ложкина  
*Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия*

Мировое водопотребление на планете Земля составляет от 7 до 8 млрд. т/сут. Каждодневно происходит непрерывный рост потребления воды в различных сферах жизнедеятельности. Распределение вод на Земле выглядит следующим образом (в % от общего количества мировых запасов воды): Мировой океан – 96,53 %; ледники и снега горных и полярных областей – 1,74 %; подземные воды – 1,69 %; озера – 0,014 %; почвенная влага – 0,001 %; болота – 0,0007 % и речные воды – 0,0002 % [3].

Исследования ученых в настоящее время достаточно точно описывают те факты, в которых говорится, что в результате деятельности человека происходит глобальное антропогенное загрязнение биосферы, в частности, гидросферы. Одна из составляющих данной проблемы – это попадание шахтных вод угледобывающих предприятий в окружающую среду, которое приводит к загрязнению других ресурсов, проблемам с водоснабжением, заболачиванию почв и т.д. Следовательно, их очистка является важнейшим компонентом охраны окружающей среды.

Шахтные воды по составу и показателям условно делятся на 3 класса: нейтральные пресные (рН - 6.5-8.5, минерализация до 1 г/л); солоноватые и соленые с повышенной минерализацией (рН - 6.5-8.8, минерализация свыше 1 г/л); кислые (рН менее 6.5), кислые шахтные воды имеют, в основном, повышенную минерализацию [2].

На территории Кузбасса расположено много угледобывающих предприятий, оказывающих огромное влияние на внешнюю среду, в частности, водные ресурсы. В угольной промышленности наряду с добычей полезных ископаемых предполагается забор воды, объем которой превышает объем потребления ее промышленными предприятиями отрасли. Требования к качеству очистки сточных вод при выпуске их в водоемы, а также при последующем использовании сточных вод

обуславливают широкое применение разнообразных технологий и методов очистки.

Можно выделить следующие виды загрязнения шахтных вод:

1) минеральные загрязнения в шахтных водах, находящиеся в растворенном и взвешенном состоянии. Степень минерализации шахтных вод существенно возрастает с увеличением глубины разработки, что наблюдается на шахтах с высокоминерализованными водами;

2) органические загрязнения (частицы чистого угля, минеральные масла, применяемые для смазки горных механизмов и машин, продукты жизнедеятельности живых организмов, разложение древесины и др.);

3) бактериальные загрязнения шахтных вод, обусловленные наличием в них большого количества микроорганизмов, что является следствием попадания в воду продуктов гниения древесины и живых организмов. Это создает благоприятную среду для роста и развития бактерий, среди которых могут быть и патогенные - вредные для человеческого организма, способные возбуждать различные желудочно-кишечные заболевания (дизентерия, брюшной тиф и т.д.) [1].

Природные воды по степени бактериальной загрязненности в свою очередь делятся на следующие пять видов (табл. 1).

Таблица 1

Степень бактериальной загрязненности вод

Вода	Коли индекс	Коли-титр, мл.
сильнозагрязненная	Свыше 10000	0,1
загрязненная	1000	1
слабозагрязненная	100	10
удовлетворительная	10	100
хорошая	Менее 3	333

К основным методам очистки шахтных вод относятся: механический, химический, физико-химический, биологический.

*Механические* методы (процеживание, осветление, фильтрование, выделение твердой фазы под действием центробежных сил) применяются для очистки вод от крупных загрязнений: проволоки, ветоши, кусков дерева, угля, а также песка, земли, взвешенных органических веществ, масел и нефтепродуктов и др.

*Химические* методы применяются для нейтрализации кислых и щелочных стоков, очистки от растворенных в воде солей тяжелых металлов (кадмия, хрома, свинца и т.д.), фенола, цианидов, крезола. При этом используют различные реагенты, служащие для изменения химического состава загрязнителей или формы их нахождения в стоках (коагулирование, флокулирование, нейтрализация, обеззараживание).

*Физико-химические* методы включают в себя извлечение и обезвреживание вредных примесей путем изменения агрегатного состояния воды, воздействия на стоки ультразвуком, ультрафиолетом, магнитными полями и т.д. Данные методы применяют для очистки вод от различных видов загрязняющих веществ в растворенном, взвешенном, коллоидном и иных видах состояния.

Но наиболее эффективным методом очистки шахтных вод всё-таки является биологический метод, который используется для очистки от растворенных в воде органических загрязняющих веществ (фенолов, роданидов и т.д.). Есть несколько

типов биологических устройств по очистке сточных вод - это биофильтры, биологические пруды и аэротенки. Применения биологического метода позволяет добиться высокого уровня очистки шахтных вод. Данный метод является полностью экологичным и безопасным [4].

#### Литература

1. Долина Л.Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности [Электронный ресурс]: справочное пособие / Л.Ф. Долина. – Д.: Молодеж. комиссия, 2000. – Электронно-библиотечная система – Режим доступа: <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/788/1/mining.pdf>.
2. Монгайт И.Л. Очистка шахтных вод / Монгайт И.Л., Текиниди К.Д., Николадзе Г.И. – М.: Недра, 1978. – 173 с.
3. Павелко Т.С., Кабанова Г.М., Ложкина Ю.Ю. Рациональное использование осадков сточных вод // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения, под общ. ред. М.В. Темлянцева, Новокузнецк. – 2015. с. 348–350.
4. Серпокрылов Н.С., Щербаков С.А. Повышение эффективности очистки шахтных вод // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер.: Политематическая. 2011.

#### **РАСЧЁТ ЗОН САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ОДИНОЧНОГО ВОДОЗАБОРА В ПОСЁЛКЕ АНГАРСКИЙ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)**

**А.Е. Поскотинов, Д.И. Васильев**

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Важнейшим мероприятием по защите подземных вод хозяйственно-питьевого назначения от загрязнения является организация зон санитарной охраны (ЗСО). В границах ЗСО соблюдается специальный режим водопользования, исключающий возможность поступления загрязняющих веществ в эксплуатируемый водоносный горизонт. Защита осуществляется с помощью систем ограничений и запрещений на некоторые виды хозяйственной деятельности и использования территории.

Границы ЗСО 2-го и 3-го поясов устанавливаются для конкретной схеме расположения скважин и параметров водозабора. При расчете учитываются гидрогеологические, гидрохимические и местные санитарные условия района, а также особенности загрязнения (химическое и микробное). При изменении схемы водозабора, его производительности и других условий его эксплуатации необходимо пересмотреть границы ЗСО.

Расчёт ЗСО водозаборов подземных вод на территории населённых пунктов требует обоснования точности гидродинамических расчётов. Результаты расчёта определяют границы освоенных территорий, на которых должен действовать режим ограничения хозяйственной деятельности, затрагивающий интересы различных хозяйствующих субъектов. В работе рассматривается влияние естественного уклона фильтрационного потока на результаты расчёта зон санитарной охраны.

Расчет ЗСО проведен для действующей водозаборной скважины № 1 (443) ООО «Водные ресурсы» в пос. Ангарский в Богучанском районе Красноярского края. Исходные данные для расчёта приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Исходные данные для расчета ЗСО

№ скважины	Коэффициент водопроницаемости $K_{пв}$ , м <sup>2</sup> /сут.	Уклон потока, $i$	Коэффициент пористости, $n$	Мощность водоносного горизонта $m$ , м	Среднесуточный водоотбор $Q$ , м <sup>3</sup> /сут.	Время микробного загрязнения $T_m$ , сут.	Время эксплуатации водозабора $T_x$ , сут.	Единичный расход потока, $q$ , м <sup>2</sup> /сут	Координата водораздельной точки, $X_{в}$ , м
1 (443)	79	0,001	0,2	10	55	200	10000	0,08	109,5

В ранее выполненных расчетах учтена величина естественного уклона фильтрационного потока равная 0,001. Результаты показали, что при указанном значении естественного уклона фильтрационного потока, параметры контуров ЗСО принимают значения, приведённые в таблице 2.

Нами были рассчитаны размеры контуров зон санитарной охраны для различных значений естественного уклона фильтрационного потока равных 0,005 и 0,01. Результаты показали, что при значении уклона 0,005 и 0,01 контур 3-го пояса ЗСО является открытым, поэтому все дальнейшие результаты приводятся только для 2-го пояса.

В таблице 2 приводятся результаты расчета параметров контуров ЗСО для приведенных выше значений естественного уклона фильтрационного потока.

Таблица 2

## Параметры поясов ЗСО при различных значениях уклона потока

Уклон потока, $i$	Пояс ЗСО	$R$ , м	$r$ , м	$d$ , м
0.001	II	47,1	37,2	41,5
	III	604,4	108,4	245,6
0,005	II	70,9	20,4	38,3
0.01	II	110.8	10.6	28.8

где  $R$  – протяженность ЗСО вверх по потоку,  $r$  – расстояние до границы ЗСО вниз по потоку,  $d$  – ширина пояса ЗСО.

Как видно из приведенной схемы (Рисунок 1), при уклонах фильтрационного потока равных 0,005 и 0,01, 2-ой пояс ЗСО охватывает территорию, занятую жилыми постройками различных собственников, что ставит их в неординарные условия ведения хозяйства.

Гидродинамические расчеты поясов ЗСО требуют максимальной точности и обоснованной оценки величины гидравлического уклона фильтрационного потока. В исходных данных, полученных при проведении опытно-фильтрационных работ, всегда присутствует доля неопределенности, поэтому значения, имеющие



доверительный интервал в каких-либо границах, следует округлять в сторону меньших. Это позволит сократить размеры поясов зон санитарной охраны, исключая риск возможного загрязнения. При таком подходе вероятность ограничения хозяйственной деятельности заинтересованных лиц существенно сокращается.



Рисунок 1 – Схема расположения хозяйственных объектов и поясов ЗСО 2-го порядка при разных значениях уклона фильтрационного потока

Основываясь на приведенных результатах, можно говорить о зависимости общей длины и ширины 2-го пояса ЗСО от уклона естественного фильтрационного потока. При возрастании уклона фильтрационного потока, протяженность пояса вверх по потоку увеличивается, а расстояние до границы ЗСО вниз по потоку, и ширина пояса уменьшаются.

В нашем случае неопределённость гидравлического уклона для условий одиночного водозабора предлагается преодолеть за счёт учета уровней в скважине и в русле р. Ангары, находящемся в 430 м от скважины.

#### **РАСЧЕТ И ОБОСНОВАНИЕ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В РЕКУ ЗЕЛЕНЧИХА ООО «РАЗРЕЗ НОВОБАЧАТСКИЙ» (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)** **О.А. Скопцова**

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Состояние большинства водоемов и водотоков на освоенных территориях России не отвечает экологическим требованиям. Одна из причин сложившейся ситуации – малоэффективная система нормирования сбросов сточных вод.

Целью данной работы является обоснование нормативов допустимого сброса в реку Зеленчиха ООО «Разрез Новобачатский» (Кемеровская область).

Геологический участок «Новобачатский» расположен в Беловском геолого-экономическом районе Кемеровской области. На расстоянии 1,0 км к северо-западу находится пос. Новобачаты, в радиусе 10 км к югу и востоку – поселки Шестаки, Артышта и Краснобродский. Район достаточно освоен добывающей

промышленностью, в непосредственной близости находятся разрезы «Краснобродский», «Бачатский», «Шестаки», и шахта «Новая» [2].

Поверхность участка представляет собой изрезанный логами склон реки Черта, входящую в систему реки Иня. Участок находится в пределах Каменского каменноугольного месторождения, но с точки зрения геологии по условиям залегания угольных пластов больше тяготеет к Новосергеевскому месторождению каменного угля. Отработка участка осуществляется в соответствии с проектной документацией «Проект разведочно-эксплуатационных работ в пределах участка недр «Новобачатский» Каменского месторождения с целью уточнения геологического строения и качества углей» [2].

Основным водотоком месторождения является р. Черта, впадающая в реку Иня. Лога в основном заболочены, покрыты зарослями кустарника. Река Зеленчиха - приток реки Черта второго порядка принята в качестве водотока - приемника очищенных карьерных и поверхностных вод, поэтому возникает необходимость расчета НДС веществ и микроорганизмов для ООО «Разрез Новобачатский». Площадь водосбора реки 16,1 км<sup>2</sup>, расстояние от устья 3 км. Гидрологические характеристики р. Зеленчиха представлены в таблице 1. В зимнюю межень водоток перемерзает.

Фоновая концентрация веществ в реке Зеленчиха: азот аммонийный 0,04 мг/л, азот нитритный 0,001 мг/л, азот нитратный 0,69 мг/л, БПК<sub>5</sub> 2,0 мг/л, ХПК 11,5 мг/л, взвешенные вещества 8,6 мг/л, кальций 31 мг/л, железо общее 0,08 мг/л, хлориды 3,2 мг/л, сульфаты 31,7 мг/л, сухой остаток 335 мг/л, СПАВ 0,004 мг/л, нефтепродукты 0,07 мг/л, фенолы 0,0003 мг/л, фосфаты 0,046 мг/л, марганец 0,001 мг/л, медь 0,0001 мг/л, никель 0,012 мг/л, хром<sup>6+</sup> 0 мг/л, цинк 0,004 мг/л.

Таблица 1

Гидрологические характеристики р.Зеленчиха в створе выпуска сточных вод [2]

Средние				95% обеспеченности			
q, л/с км <sup>2</sup>	Q, м <sup>3</sup> /с	W, м <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup>	h, мм	q, л/с км <sup>2</sup>	Q, м <sup>3</sup> /с	W, м <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup>	h, мм
Годовой сток							
4	0,064	2,019	126	2,1	0,034	1,072	66
Минимальный среднемесячный (летне-осенняя межень)							
1,1	0,018	0,047	2,9	0,4	0,006	0,016	1,0

Сточные воды формируются из поверхностного стока и карьерного водоотлива. Поверхностный сток с внешнего породного отвала и карьерный водоотлив отводятся на очистные сооружения, после очистки выпуском №1 сбрасываются в реку Зеленчиха. На площадке открытых горных пород принят поверхностный способ осушения карьерного поля. Карьерные воды собираются в зумпфах, из которых вода при помощи водоотливных установок перекачивается на очистные сооружения карьерных вод. В состав сооружений входит: отстойник (емкость отстойника 59,6 тыс м<sup>3</sup>), фильтрующий массив.

Схема очистки промышленных сточных вод: карьерные воды и поверхностные сточные воды с породного отвала с содержанием взвешенных

веществ 278 мг/л поступают в пруд-отстойник, где происходит их предварительная механическая очистка от взвешенных до 15,0 мг/л. Из пруда-отстойника предварительно осветленная вода по водосбросу поступает на фильтрующую дамбу. Максимальное содержание взвешенных частиц в сбрасываемой, после отстаивания и фильтрации осветленной воде – 6,00 мг/л, эффект осветления при этом составляет 94,6 %. Профильтрованная вода сбрасывается в русло безымянного ручья и далее в р. Зеленчиха.

Принятый перечень нормируемых веществ формируется с учетом данных о качестве исходной воды и качестве сточных вод, сбрасываемых в водный объект: азот аммонийный, нитраты, нитриты, взвешенные вещества, БПК<sub>полн</sub>, сульфаты, хлориды, нефтепродукты, железо общее, фенолы, медь, марганец, хром<sup>6+</sup>, цинк, никель [2].

Расчет нормативов допустимого сброса произведен в соответствии с требованиями Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей [1]. В соответствии с письмом Кемеровского отдела государственного контроля, надзора и охраны водных биоресурсов и среды их обитания от «О рыбохозяйственной категории реки» данный водный объект является рыбохозяйственным водоемом второй категории [1]. Годовой объем сточных вод составил 315,404 тыс.м<sup>3</sup>.

Величины НДС определяются для всех категорий водопользователей, как произведение максимального часового расхода сточных вод  $q$  (м<sup>3</sup>/час) на допустимую концентрацию загрязняющего вещества  $C_{НДС}$  (г/м<sup>3</sup>), согласно формуле:

$$НДС = q * C_{НДС}, \text{ (г/час)}$$

где  $q$  - максимально часовой расход сточных вод выпуска, м<sup>3</sup>/час;

$C_{НДС}$  - допустимая концентрации веществ в сточных водах выпуска, г/м<sup>3</sup> [1].

Расчет НДС выполнен без учета разбавления.

Таким образом, расчет нормативов допустимого сброса ведется согласно нормативным документам [1], на основе данных о фоновом составе вод и гидрологических характеристиках водоприемника сточных вод, а также химическом составе сточных вод и их количестве. С целью повышения точности расчета лучше пользоваться данными об измеренном расходе сточных вод. На предприятии выявлено превышение допустимого сброса по следующим показателям: азот аммонийный, азот нитратный, азот нитритный, БПК<sub>полн</sub>, железо, марганец, медь, никель, сульфаты, фенолы, хлориды, хром<sup>6+</sup>, цинк.

#### Литература

1. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утв. 102 Приказом МПР России от 17.12.2007 г. № 333. Зарегистр. в Минюст РФ от 21.02.2008 г. № 11198. – М.: МПР России, 2008. – 35 с.
2. Проект разведочно-эксплуатационных работ в пределах участка недр «Новобачатский» Каменского месторождения с целью уточнения геологического строения и качества углей. 2006. – 23 с. Проверка на плагиат: итоговая оценка на оригинальность %

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ИЗ ДРЕНАЖНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ В ЛАГЕРНОМ САДУ (ТОМСК)****Е.И. Стародубцева, А.Г. Гридасов, В.Д. Покровский**

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Природные условия города Томска в совокупности с техногенными факторами обуславливают развитие опасных экзогенных процессов. Наиболее выражены данные процессы на правобережном склоне долины реки Томь, в районе мемориально-паркового комплекса Лагерный сад.

Лагерный Сад расположен в южной части Томска и включает в себя участок берегового склона р. Томи, протягивающийся от Коммунального моста до ул. 19-ой Гвардейской Дивизии. На этой территории наблюдалось интенсивное развитие оползневых процессов, овражной эрозии и плоскостного смыва. Своеобразие гидрогеологических условий здесь проявляется в виде многочисленных участков разгрузки подземных вод, что в сочетании с геологическим строением и особенностями рельефа обуславливает активность склоновых процессов [2, 3].

Развитие оползней является следствием нарушения равновесия между силами, сдвигающими и удерживающими массив пород. Данное нарушение может быть вызвано увеличением крутизны склона, ослаблением прочности пород при переувлажнении, сейсмическим воздействием, а также нерациональной хозяйственной деятельностью. На склоне Лагерного сада имеет место сочетание ряда факторов, таких как размыв подножия склона водами Томи, а также природное и техногенное переувлажнение массива слагающих склон пород. Для обеспечения устойчивости склонов, с целью снижения степени опасности для объектов городской инфраструктуры, был разработан комплексный проект противооползневых мероприятий на рассматриваемой территории, который предусматривает: выполяживание и укрепление склона, отвод поверхностных вод и проходку дренажной горной выработки для осушения пород, подверженных размоканию. Согласно проекту, дренажная горная выработка (ДГВ) пройдена на глубине до 45 м и имеет длину 2200 м при поперечном сечении устьевой части 12,8 м<sup>2</sup>. С дневной поверхности в ствол ДГВ пробурены скважины вертикального дренажа, водоприёмные части которых оборудованы в наиболее проницаемых зонах разреза. Подземные воды, перехваченные дренажными скважинами, разгружаются в водоотливную канавку на дне выработки, по которой сбрасываются в реку Томь. В результате выполненных мероприятий, развитие склоновых процессов в районе Лагерного сада удалось остановить.

В настоящее время проект ДГВ реализован на 80%, успешному завершению строительства препятствует аварийная ситуация, связанная с обрушением железобетонной крепи на одном из участков. Причины разрушения железобетонных конструкций штольни нуждаются в изучении. Одним из компонентов подземной среды, воздействующим на конструкции ДГВ являются подземные воды. Опробование подземных вод на участке и оценка их агрессивности к бетону выполнялись на стадии изысканий, но в ходе 20-ти лет эксплуатации ДГВ изучений состава и свойств подземных вод не проводилось. В свете обозначенной проблематики, целью данной работы является изучение химического состава и свойств вод из ДГВ Лагерного сада.

Летом 2015 года сотрудники кафедры ГИГЭ обследовали ДГВ под руководством геолога ОАО «Томскгеомониторинг» Нестерова Анатолия

Васильевича. В ходе обследования проведен визуальный осмотр состояния горной выработки, выполнены замеры температуры и расхода воды из скважин вертикального дренажа, отобраны пробы. Химико-аналитические исследования проб воды были проведены в аккредитованной лаборатории научно-образовательного центра «Вода» (НИ ТПУ) по сертифицированным методикам. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

*Химический состав подземной воды ДГВ*

	Ед. изм.	Минимально е	Максимальное	Среднее
pH		7,4	7,8	7,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	427	464	447
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/л	42	89	57
Cl <sup>-</sup>	мг/л	28	56	42
Ca <sup>2+</sup>	мг/л	140	173	152
Mg <sup>2+</sup>	мг/л	16	23,2	19
Na <sup>+</sup>	мг/л	9,5	38	16
K <sup>+</sup>	мг/л	0,65	1	0,76
Минерализация	мг/л	699	807,36	735

Согласно результатам лабораторных анализов, все пробы воды, отобранные в ДГВ Лагерного сада, имеют схожий состав и свойства. В целом, воды являются гидрокарбонатными кальциевыми, пресными с минерализацией от 699 до 807 мг/л, слабощелочными (pH 7,4–7,8), преимущественно жесткими.

На основании полученных данных выполнено исследование форм миграции макрокомпонентов подземных вод и оценка равновесия вод с минералами горных пород. Расчеты выполнялись с использованием программного комплекса HydroGeo [1], разработанного профессором кафедры ГИГЭ М.Б. Букаты.

По полученным расчетным данным можно сделать вывод, что миграция макрокомпонентов (Na, Ca, K) в подземных водах осуществляется преимущественно в виде собственных простых ионов, роль комплексных соединений здесь незначительна. Так, например, натрий и калий наиболее часто образуют комплексные соединения с гидрокарбонат ионом, а магний – с гидрокарбонат и сульфат ионами. При этом комплексное соединение кальция с гидрокарбонат ионом встречается в 2 раза чаще, чем с сульфат ионом. Следует подчеркнуть, что комплексные соединения этих элементов представлены преимущественно гидрокарбонатными формами.

Анализ результатов расчета равновесных вод показал, что все воды не равновесны с хлоридными и сульфатными минералами, а также с карбонатными минералами магния и натрия, но равновесны с карбонатными минералами арагонитом и кальцитом.

## Литература

1. Букаты М.Б. Рекламно-техническое описание программного комплекса HydroGeo. – М.:ВНТИЦ, 1999, - 5 с. – Номер гос. Регистрации алгоритмов и программ во Всероссийском научно-техническом центре (ВНТИЦ) №50980000051 ПК.



2. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 96–101.
4. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Кузеванов К.И. Применение геоинформационных технологий для оценки гидрогеоэкологических условий застраиваемых территорий // Известия ВУЗов. Строительство, 2008, - № 3 (591). - с. 107-112.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД НА ИОННЫЙ И  
МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РЕКИ АРЕМЗЯНКА  
(ТОБОЛЬСКИЙ РАЙОН ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Л.А. Табуркин**

Научный руководител ь профессор А.В. Соромотин  
Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

В настоящее время одной из актуальных экологических проблем является изменение макро- и микроэлементного состава речных вод в результате загрязнения пластовыми водами, обладающими высокой минерализацией и специфическим химическим составом.

На юге Тюменского региона России проблема воздействия пластовых вод Западно-Сибирского артезианского мегабассейна на водотоки является масштабной экологической проблемой в связи со сбросом сточных вод геотермального рыбного хозяйства [2], бальнеологических здравниц [4], а также фонтанирования бесхозных геологоразведочных скважин [3].

Для исследования воздействия пластовых вод на водотоки была выбрана скважина Черкашинская № 36-РГ, расположенная на первой надпойменной террасе реки Аремзянка. Она фонтанирует с дебитом 1000 м<sup>3</sup>/сут [3] и формирует поверхностный сток пластовой воды, поступающий в реку.

По классификации О.А. Алекина [1] пластовые воды относятся к категории солоноватых вод с минерализацией 15 г/л (табл. 1).

*Таблица 1*  
*Ионный состав и минерализация воды скважины Черкашинской № 36-РГ*

Скважина		Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Σионо в	рН
										мг/л
Черкашинская №36-РГ	мг/л	8353	510	30.5	5751	252	59	60	15016	7.4
	ммоль/л	235.6	8.4	0.6	251	12.6	4.8	1.5		

Ионный состав отличается хлоридным классом, натриевой группой.

По классификации О. А. Алекина [1] фоновые воды реки Аремзянки выше по течению от участка скважины (1-2 км) относятся к категории речных вод со средней минерализацией (до 0.2-0.5 г/л) (табл. 2). Ионный состав отличается гидрокарбонатным классом группой кальция.

В результате поступления в водоток солоноватой воды изменяется ионный состав и минерализация реки. Ниже по течению от участка скважины (100-2000 м) концентрации анионов  $\text{Cl}^-$  и катионов  $\text{Na}^+$  повышаются по сравнению с фоновыми значениями (табл. 2). В 100 м ниже по течению произошла смена группы кальция на группу натрия и кальция.

Таблица 2

Ионный состав и минерализация вод реки Аремзянки в период летне-осенней межени (июль 2012 г.)

Ионы	Точки опробования					
	выше по течению (фон)		ниже по течению			
	2 км	1 км	100 м	500 м	1 км	2 км
	мг/л					
$\text{Cl}^-$	10.8	8.2	127	57.1	40.3	38.8
$\text{HCO}_3^-$	351.4	344.5	345	344.3	342.9	344.5
$\text{SO}_4^{2-}$	10.9	10.3	11.4	11.3	12.3	12.4
Na	20.2	18.9	101.7	50.7	39.2	37.9
Ca	79.9	79.9	83.1	80.7	79.5	79.1

По мере удаления от источника загрязнения разбавление раствора речной воды приводит к уменьшению содержания ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$ , но даже на удалении 2 км ионный состав вод отличается от фонового.

Возрастание концентраций ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$  ниже по течению приводит к увеличению минерализации (табл. 2). По этому показателю воды относятся к категории речных вод с повышенной минерализацией (0.5-1.0 г/л).

Пластовая вода характеризуется богатым микроэлементным составом, причем концентрации Br, B, F, Sr, Ba, S, Si превышают 1 мг/л (табл. 3).

Таблица 3

Скважина	Br	B	F	Sr	Ba	Zn	Li	Rb	Cs	S	Mn	Si	Fe
	мкг/л												
Черкашинская № 36-РГ	51466	8296	2228	23478	18483	19.5	249	64	8.4	1188	246	15290	306

Поступление в реку воды такого микроэлементного состава приводит к увеличению концентраций Br, B, F, Sr, Ba, (табл. 4). По мере удаления от источника загрязнения ниже по течению концентрации микроэлементов уменьшаются, но остаются выше фоновых значений.

Таблица 4

Концентрации микроэлементов в р. Аремзянка (июль 2012 г.)

Микроэлементы	Точки опробования					
	выше по течению		ниже по течению			
	2 км	1 км	100 м	500 м	1 км	2 км
	мкг/л					
Br	87	71	872	397	277	234
F	-	-	13	11	10	7
B	125	69	237	140	119	106
Sr	376	375	773	501	463	459
Ba	117	111	364	221	189	171

## Литература

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометиздат. 1953. 295 с.
2. Коваленко А. И., Князева Н. С. Влияние сброса минеральных вод на химический состав реки Балды. Тезисы докладов Второй Всероссийской конференции «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, биология, охрана». Борок, 2004 г. С. 36-37.
3. Коновалов И. А. Экологические последствия воздействия пластовых вод из устья геологоразведочных скважин: автореф. дис. ... канд. биол. наук, Омск, 2012.
4. Сванидзе И. Г. Засоление речного стока геотермальной скважиной Черкашинская 30-РГ // Мат-лы XI межвуз. молодежной науч. конф «Школа экологической геологии и рационального недропользования». СПб., 2011. С. 274-276.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ВОДОСБОРНЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Л.Н. Чилингер

Научный руководитель профессор В.К. Попов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время проблемы землепользования на урбанизированных территориях приобрели новые масштабы. Изменения, происходящие в земельном и водном законодательствах, не происходят без сопутствующих осложнений.

В настоящей статье рассмотрены трудности при изменении законодательства на примере урбанизированных территорий Томской области. Решением этих проблем кадастровые инженеры занимаются и в настоящее время.

На территории Томской области существует ряд проблем при проведении землеустроительных и кадастровых работ, заключающихся в несоответствии местоположения границ земельных участков по сведениям ГКН фактическому местоположению.

В мае 2010 года на территории Томской области управлением Росреестра по Томской области введена местная система координат МСК-70, переходный период действовал до 1 июля 2010 года. До этого времени постановка на кадастровый учет проводилась по описательному фактору. Если на территории г. Томска была принята система координат г. Томска, при переходе в новую систему координат

проблем не возникло, то на территории Томского района каждый земельный участок имел свою условную систему и по кадастровому учету земельные участки имели хаотичное местоположение. Более того, была применена практика постановки земельного участка в нулевой квартал в случае невозможности поставить по фактическому местоположению.

Развитие территории Томского района при изменении условной системы координат в местную не предусматривало и то, что конфигурация земельных участков на местности не совпадет с конфигурацией земельных участков по сведениям государственного кадастра недвижимости, что приводит к искажению информации по площади.

После введения МСК-70 в 2010 году и до настоящего времени некоторые кадастровые инженеры при невозможности постановки земельного участка на кадастровый учет при формировании межевого плана искажают информацию по фактическому местоположению смежных земельных участков.

Помимо этого, применяется практика координирования по ортофотопланам и снимкам Google Планета Земля.

В результате указанных проблем усложняется работа, увеличиваются сроки и стоимость работ. Раздел межевого плана «уточнение местоположения смежных земельных участков» присутствует практически в каждом межевом плане. Некоторые земельные участки по 2 и даже 3 раза меняют свое местоположение, по сведениям государственного кадастра недвижимости.

Таким образом, землепользователи урбанизированных территорий имеют большие сложности при оформлении земельных участков, а также внесении в них изменений. Нововведения законодательства, которые должны улучшить и облегчить жизнь населения неизбежно приводят к новым проблемам и трудностям, решаемые по настоящее время.

#### **ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ МИКРООРГАНИЗМОВ РЕКИ ОБИ В РАЙОНЕ Г. СУРГУТА**

**Т.О. Шведюк**

Научный руководитель доцент Е.А. Шорникова

*Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия*

В связи с чрезмерным антропогенным влиянием на водные объекты, происходит изменение химического состава воды. Действие такого фактора, как сброс сточных вод, содержащих отходы промышленного производства и бытовых стоков, оказывает негативное воздействие на современное экологическое состояние реки Оби.

Целью работы является гидрохимическая характеристика р. Оби по содержанию в ней биогенных ионов и количественный учет микроорганизмов.

Важной качественной характеристикой водотока является содержание в нём биогенных веществ, т.е. таких веществ, которые наиболее активно участвуют в жизнедеятельности микроорганизмов.

Для оценки экологического состояния р. Оби были определены следующие показатели:

- Показатель рН;
- Содержание азота аммония (табл. 1);

- Содержание нитрит-ионов (табл. 1);
- Содержание нитрат-ионов (табл. 1);
- Содержание фосфат ионов (табл. 1);
- Количественный учет сапрофитных гетеротрофных микроорганизмов;
- Количественный учет фенолрезистентных микроорганизмов.

Таблица 1

## Содержание в пробах концентраций биогенных ионов

Показатель	Содержание в пробе мг/дм <sup>3</sup>						ПДК <sub>вр</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
	Проба №1	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5	Проба №6	
Аммонийный азот	0,20± 0,01	0,29± 0,01	0,21± 0,01	0,20± 0,04	0,21± 0,01	0,20± 0,01	0,39
Нитрит-ионы	< 0,02	0,05± 0,01	0,02± 0,005	< 0,02	0,04± 0,01	>0,02	0,08
Нитрат-ионы	0,25± 0,12	0,32± 0,08	0,37± 0,09	0,55± 0,13	0,25± 0,12	0,40± 0,10	9,10
Фосфат-ионы	0,32± 0,04	0,40± 0,06	0,27± 0,04	0,30± 0,04	0,33± 0,04	0,29± 0,04	0,25

Анализ химического состава проводили в соответствии с общепринятыми стандартными методами [4]. Биогенные ионы определяли фотометрическим методом на спектрофотометре СФ-56. Показатель рН был определен потенциометрическим методом.

Выделение сапрофитных гетеротрофных микроорганизмов осуществлялось высевом проб воды в питательную среду МПА. Выделение фенолрезистентных бактерий осуществлялся путем посева проб воды в питательную среду МПА с добавлением фенола 1 гр на 1 дм<sup>3</sup> среды. Количественный учет микроорганизмов путем подсчета колоний проводился чашечным методом Коха.

Было отобрано 6 проб воды из реки Оби, начиная от речного порта г. Сургута до п. Барсово. Пробы отбирались в сентябре 2015 г.

Вода реки Обь имеет нейтральную реакцию, значение рН по длине реки от 7,14 до 7,42.

Во всех пробах было выявлено высокое содержание фосфат-ионов, превышающее предельно допустимую концентрацию. Наибольшее значение – 0,40 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание данного показателя в природных водах характеризуется сезонными колебаниями, максимальные значения достигаются осенью и зимой, поскольку оно зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ [2].

В водах р. Обь не выявлено превышение допустимых концентраций аммонийного азота. Наименьшая концентрация ионов аммония – 0,20 мг/дм<sup>3</sup>, наибольшая – 0,29 мг/дм<sup>3</sup>, что может говорить об умеренной степени загрязнения р. Обь [2].

Нитрит-ионы в исследуемом водном объекте содержатся в малых количествах, не превышающих значений предельно допустимых концентраций. Наибольшая концентрация нитрит-ионов – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Присутствие этих ионов



характерно для рек Западной Сибири во все сезоны года. Нитрит-ионы являются показателем неблагоприятного санитарного состояния водного объекта.

Нитрат-ионы в р. Оби содержатся в концентрациях, не превышающих допустимые. Нитрат-ионы присутствуют в водных объектах при избытке кислорода, что нехарактерно для водотоков Среднеобского бассейна.

Численность сапрофитных гетеротрофных бактерий, осуществляющих процессы самоочищения водного объекта, в р. Оби колеблется от 55 тыс. до 220 тыс. кл/мл. Количественная характеристика этих микроорганизмов в водных объектах характеризует его сапробность. По результатам исследования можно отнести р. Обь к мезосапробной зоне, что свидетельствует о среднем содержании биогенных элементов.

Фенолрезистентные бактерии в р. Оби не были выявлены, что свидетельствует об отсутствии нефтяного загрязнения реки Оби в акватории г. Сургута.

#### Литература

1. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. / Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, Е.А. Заика. М.: Эколайн, 2000. – 412 с.
2. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 240 с.
3. Кочемасова З.Н., Рыбакова А.М. Санитарная микробиология и вирусология. – М.: Медицина, 1987. – 352 с.
4. Шорникова Е.А. Методические рекомендации по планированию, организации и ведению мониторинга поверхностных водотоков: гидрохимические и микробиологические методы / Шорникова Е.А. – Сургут: Дефис, 2007. – 88 с

Секция 7  
**ЭКОГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ТОПЛИВА И  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИЙ**

**РТУТЬ В УГЛЯХ КУЗБАССА**

**Е.В. Белая**

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Кузнецкий бассейн является крупнейшей сырьевой базой коксохимической и топливно-энергетической промышленности. По балансовым запасам угля он занимает первое место в стране [1].

Промышленная угленосность в бассейне связана в основном с верхнепалеозойскими отложениями Алтае-Саянской складчатой области. Угли балахонской и кольчугинской серии разнообразны по вещественно-петрографическому составу, степени метаморфизма, что определило многообразие технологических свойств добываемого полезного ископаемого.

Как один из наиболее опасных токсикантов, ртуть привлекает к себе пристальное внимание общественности, специалистов из разных областей знаний [2]. Тепловая энергетика была и остается одним из главных источников поступления ртути в окружающую среду. Ртуть обладает уникальными особенностями: низкой температурой плавления ( $-38,9^{\circ}\text{C}$ ) и высокой упругостью паров (кипит уже при  $T=356,66^{\circ}\text{C}$ ). Это значит, что при температурах горения угля ртуть может находиться только в виде паров элементарной ртути  $\text{Hg}^0$  [2]. Вследствие таких свойств важнейшая технологическая особенность ртути состоит в ее летучести.

Эмиссия ртути в окружающую среду при сжигании угля зависит от объема сжигаемого топлива, режима горения и содержания ртути в углях. Целью настоящей работы явилось оценка содержания ртути в углях Кузбасса, изучение закономерностей накопления и распределения ртути в угольных пластах.

Согласно приведенным в таблице данным, среднее содержание ртути в углях Кузбасса изменяется от 0,01 до 0,1, а в отдельных месторождениях – до 0,6 г/т (Томусинский разрез) (таблица 1). Эти цифры в целом несколько ниже средних данных для углей мира [3] и сопоставимы с кларком ртути [4]. Наиболее высокие содержания ртути отмечены в углях юго-восточной части бассейна.

Исследования показали, что в пределах угольных пластов содержание ртути может изменяться более чем на порядок. При этом наиболее контрастные аномалии часто отмечаются в прикровельной зоне пласта, реже – в припочвенной.

Таким образом, проведенные исследования показали, что угли Кузбасса отличаются в целом невысоким, но весьма неравномерным характером распределения ртути. Имеются отдельные месторождения и угольные пласты, аномально обогащенные ртутью. Это требует организации систематического контроля за ее содержанием в товарной продукции угледобывающих предприятий.

Таблица 1

Среднее содержание ртути в товарных углях Кузнецкого бассейна [2]

Угленосный район, месторождение предприятие	Зольность, %	Влажность, %	Hg, г/т угля
Шахта Кузнецкая	18,2	8,2	0,01
Разрез Новосергеевский	8,8	5,2	0,01
Шахта Черкасская	17,4	6,2	0,01
Шахта Шушталепская	23,5	8,2	0,01
Разрез Красногорский	18,9	5,9	0,01
Шахта им. Калинина	22,1	5,3	0,02
Шахта Зиминка	15,1	6,7	0,02
Шахта Бирюлинская	32,2	7,4	0,03
Шахта Южная	14,5	7,2	0,03
Шахта Тырганская	10,4	6,5	0,03
Шахта Большевик	13,1	7,1	0,03
Шахта Новокузнецкая	14,9	7,1	0,03
Разрез Колмогоровский	13,0	16,8	0,03
Шахта Заречная	13,1	11	0,03
Разрез Краснобродский	10,5	4,7	0,03
Разрез Колмогоровский-2	15,5	17,1	0,03
Шахта им. Орджоникидзе	27,0	6,5	0,03
Шахта Северный Кандыш	24,2	5,9	0,04
Шахта Высокая	32,5	5,9	0,04
Шахта Центральная	16,6	5,5	0,05
Разрез Прокопьевский	8,3	8,7	0,05
Шахта Зыряновская	23,5	7,6	0,05
Шахта Сигнал	13,9	1,4	0,05
Шахта Аларда	19,1	7	0,05
Разрез Байдаевский	16,2	9,6	0,05
Шахта Колмогоровская	13,1	8,7	0,05
Шахта Березовская	26,1	5,4	0,06
Шахта им. Димитрова	21,2	6,7	0,06
Шахта им. Волкова	26,5	7,5	0,08
Разрез Кедровский	13,1	8,7	0,08
Шахта Судженская	18,1	2,3	0,08
Шахтоуправление Кольчугинское	17,8	8,6	0,08
Шахта Капитальная	27,9	5,9	0,08
Шахта им. 7 Ноября	14,5	8,4	0,1
Шахта им. Шевякова	29,5	8,1	0,1
Шахта Распадская	19,4	5,6	0,2
Разрез Ольжеранский	22,5	6,4	0,3
Разрез Междуреченский	18,4	4,2	0,5
Разрез Калтанский	19,8	7,6	0,6
Разрез Томусинский	17,8	5,1	0,6

## Литература

1. АСАР. Оценка поступления ртути в окружающую среду с территории Российской Федерации. План действий Совета Арктики по предотвращению загрязнения Арктики (АСАР/ПДСА), Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору в сотрудничестве с Датским Агентством по охране окружающей среды. ДАООС, Копенгаген. 2005. 312 с. [Электронный ресурс] // <http://acarp.arctic-council.org/projects.cfm>.
2. Жаров Ю.Н., Мейтон Е.С., Шарова И.Г. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. // Справочник, «НЕДРА», Москва, 1996. С.96-140
3. Ketris, M.P., Yudovich, Ya.E., 2009. Estimations of Clarkes for carbonaceous biolithes: world averages for trace element contents in black shales and coals. Int. J. Coal.Geol. 2009. 78(2). P. 135–148.
4. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия. 2003. № 7. С. 785–792.

**СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКОГО ТОПЛИВА****А.М. Еремеева, И.Л. Олейник**

Научный руководитель профессор Н.К. Кондрашева

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия*

В России достаточно давно актуальной является проблема производства экологически чистого органического топлива, получаемого на нефтеперерабатывающих предприятиях, так как нефть является неочищенным сырьем органического происхождения.

На ведущих нефтеперерабатывающих заводах России существует несколько способов улучшения экологических характеристик товарного дизельного топлива. Самым распространенным из них является процесс глубокой гидроочистки топлива, сущность которого заключается в удалении из готового продукта нежелательных гетеросоединений, содержащих атомы серы, азота и кислорода [1]. В связи с этим ухудшается смазывающая способность топлива, уменьшается ресурс двигателя [2]. Затем для уменьшения диаметра пятна износа топлива в него вводят проивоизносные присадки. Таким образом, технология получения экологически чистого дизельного топлива, соответствующего по всем параметрам ГОСТ Р 52368, является длительной и дорогостоящей.

Альтернативным вариантом совместного улучшения экологических и смазывающих свойств является введение в углеводородное топливо биодобавок, основным компонентом которых являются сложные эфиры.

Процесс получения биодобавок является экологически чистым производством, простым в технологии. В основе лежит реакция переэтерификации (химическая реакция перераспределения групп сложных эфиров группой спиртов – ОН-группой [3]) компонентов растительного происхождения спиртами в присутствии катализатора. Полученные соединения, имеющие свободные электроны, притягиваются к поверхности металла, где также содержатся свободные пары электронов, образуя защитную пленку толщиной до 1 мкм, которая предотвращает трение и быстрый износ деталей двигателя [6].

При введении биодобавок к дизельному топливу, главным образом, уменьшаются выбросы вредных веществ после эксплуатации экологически чистого топлива в двигателе. Содержание углеводов в отработанных газах снижается до 55%, летучих органических соединений – до 59%, оксидов углерода – до 45%, количество дисперсных частиц снижается до 63% [7].

Тенденция к увеличению выпуска автотранспорта с дизельными двигателями ведет к росту выпуска и самого дизельного топлива разных марок. Объем производства данного вида топлива в России в 2014 году по сравнению с 2013 увеличился на 6,5%, в перспективе ожидается выпуск до 80 млн. тонн дизельного топлива, что говорит об усилении загрязнения атмосферы автомобильными газами, и как следствие, о необходимости введения биодобавок и увеличении объема их производства.

Получение биологических добавок на основе триглицеридов растительных масел (кукурузного, льняного и рыжикового) и одноатомного спирта проводилось в реакторе в лабораторных условиях, где осуществлялись нагрев и перемешивание реагентов.

В таблице 1 представлены значения диаметра пятна износа дизельного топлива с противоизносной биодобавкой, полученной на основе нормального бутилового спирта. При получении наилучшей смазывающей способности диаметр пятна износа снижается до 285 мкм, что практически в два раза меньше значения этой же характеристики у исходного гидроочищенного дизельного топлива. Также при введении биодобавки в органическое топливо снижается его коксуемость.

Таблица 1

Значения диаметра пятна износа топлива с биодобавками

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диаметр пятна износа, мкм	378	335	253	332	327	308	412	329	285
Содержание серы, мг/кг	112	94	86	91	77	46	62	31	24

Низкое содержание общей серы в экологически чистом дизельном топливе объясняется следовыми количествами серы в биодобавке, что связано с тем, что растительность практически не усваивает серу из почвы, а также не оказывает токсического воздействия и биоразлагается [4,5].

Таким образом, улучшение экологических свойств органического топлива может достигаться за счет введения в товарное дизельное топливо биодобавок, которые позволяют снизить вредные выбросы в атмосферу отработанных газов автомобилей. Одновременно увеличивается ресурс двигателя в 2-3 раза, снижается диаметр пятна износа топлива, понижается теплотворная способность, но полученное топливо удовлетворяет по всем характеристикам ГОСТ Р 52368.

#### Литература

1. Буров Е. А. Влияние углеводородного состава дизельных топлив на их эксплуатационные свойства и приемистость к функциональным присадкам : дис. ... канд. техн. наук : 02.00.13 / Е.А. Буров. – Москва, 2015. – 154 с.
3. Данилов, А. М. Состояние и перспективы производства присадок к топливам [Электронный ресурс] / А. М. Данилов // Технология нефти и газа : научно-



- технический журнал. – 2004. – №2. – Режим доступа: <http://www.nitu.gubkin.ru/tng/204.htm> (дата обращения 05.09.2015)
4. Дьячкова Т.Н. Химическая технология органических веществ: Учебное пособие / Т. П. Дьячкова, В. С. Орехов и др. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007.
  5. Панкин К.Е. Сравнение биотоплив с нефтяными топливами по физико-химическим характеристикам / К.Е. Панкин, Ю.В.Иванов, Р.И.Кузьмина и др. // Химия и технология топлив и масел : научно-технический журнал. – 2011. – №1 – 8-10 с.
  6. Панкин К.Е. Сравнение жидких биотоплив с нефтяными топливами по экологическим характеристикам / К.Е. Панкин, Ю.В.Иванов, Р.И.Кузьмина и др. // Химия и технология топлив и масел : научно-технический журнал. – 2011. – №3 – 3-6 с.
  7. Сидрачева И.И. Синтез противоизносной присадки к дизельным топливам на основе рапсового масла и н-бутилового спирта : дис. ... канд. техн. наук : 02.00.13 / И. И. Сидрачева. – Уфа, 2009. – 117 с.
  8. Режим доступа: [http://a4group.net/kupit\\_gotovyi\\_chertezh-chertezhi-teplotehnika\\_ventilyaciya\\_vodosnabzhenie/pereeterifikaciya\\_gidrooblagorazhivanie.html](http://a4group.net/kupit_gotovyi_chertezh-chertezhi-teplotehnika_ventilyaciya_vodosnabzhenie/pereeterifikaciya_gidrooblagorazhivanie.html) (дата обращения 20.10.2015)

**ЭКОГЕОХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ ПРИ СЖИГАНИИ УГЛЕЙ,  
ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ ЗОЛОШЛАКОВ  
(НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС)**

**Ю.П. Зайцева**

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время доля выработки электроэнергии на тепловых электростанциях России составляет около 67 %. Согласно данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», предприятиями тепловой энергетики страны в атмосферу ежегодно выбрасывается свыше 4400 тыс. тонн загрязняющих веществ, в поверхностные воды сбрасывается около 9 млрд. м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод, образуется около 70 млн. тонн твердых отходов [2]. Березовская ГРЭС является одним из самых крупных промышленных объектов, оказывающих многофакторное воздействие на окружающую природную среду, включающее химическое загрязнение воздушного бассейна, поверхностных и подземных вод, почв, геологической среды, а также физическое воздействие (тепловое, радиационное, акустическое, электромагнитное).

Одним из значимых факторов воздействия топливной энергетики на окружающую среду является выбросы в атмосферу большой группы токсичных металлов, таких как Hg, Sb, As, Be и другие. Для предотвращения загрязнения окружающей среды токсичными металлами используются различные системы золоулавливания, преимущественно электрофильтры. При этом вопросы потерь элементов с тонкой золой-уносом и с газовой фазой изучены слабо. Практически не оценена доля потерь различных металлов в процессе сжигания угля на ТЭС, транспортировки и хранения золошлаков.

Целью работы было изучение поведения химических элементов при сжигании углей, при транспортировке и хранении золошлаков на примере Березовской ГРЭС.

Было изучено 40 проб угля, золы угля с электрофильтров и золошлаков из золошлакоотстойников. Содержание элементов определялось в ядерно-геохимической лаборатории Томского политехнического университета методом нейтронно-активационного анализа (ИНАА), разработанным для углей на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т (исполнитель А.Ф. Судыко). Правильность анализа подтверждалась использованием стандартных образцов ЗУК-1 и ЗУА-1.

Методика расчета сводилась к следующему: на первом этапе определялось содержание элементов в исходном угле, золе угля, полученной при лабораторном озолении, золе уноса с электрофильтров, золошлаков из золоотстойника Березовской ГРЭС. Затем, учитывая зольность угля, определялось расчетное содержание элементов в золе. Потери определялись путем сравнения расчетного и измеренного содержания элемента в золе и в золошлаках.

При сжигании угля наибольшие потери элементов с уносом отмечены для La (60%), Ce (64%), Sm (61%), Eu (68%), Tb (79%), Yb (64%), Lu (74%), Th (64%), Co (68%), Sc (71%), Hf (78%), Cr (87%), U (91%) (таблица 1). Потери Ca, Fe, Br, Sb составляют от 35% до 50%. Практически не изменяется содержание Na, Sr, Cs, Ta.

Таблица 1

Потери химических элементов при сжигании угля, транспортировке и хранении золошлаков на Березовкой ГРЭС-2

Элемент	Потери, %		Суммарные потери, %
	При сжигании угля	При транспортировке и хранении ЗШО	
Na	7	56	58.7
Ca	46	14.9	54
Sc	71	5	68
Cr	87	0	87
Fe	50	2,4	73
Co	67	23	75
Br	50	60	80
Sr	7	45	49
Sb	35	7	39
Cs	17	23	11
La	60	14	66
Ce	64	0	63
Sm	61	0	59
Eu	68	25	76
Tb	79	13	82
Yb	64	17	70
Lu	74	18	79
Hf	78	18	82
Ta	14	6	19
Hg	96	17	98
Th	64	0	58
U	91	2	91

При транспортировке и хранении золошлаковых отходов только несколько элементов теряются в большом количестве. Это Na, Br, Sr (45-60%). Для всех остальных изученных элементов потери незначительны и не превышают 7 %.

Потери большинства изученных элементов по всей цепочке от исходного угля в угольном разрезе до золошлаков в золошлакоотстойнике составляют 39-79 %, и только Cs и Ta имеют потери 11 и 19% соответственно. Самые большие потери установлены для Br (80%), Hf (82%), Tb (82%), U (91%) и Hg (98%).

В процессе сжигания углей на Березовской ГРЭС наблюдается фракционирование элементов, обусловленное преимущественным накоплением отдельных химических элементов в различных фракциях золы уноса, улавливаемых соответствующими фильтрами системы золоулавливания. Наиболее тонкие фракции летучей золы и возгоны, не задерживаясь фильтрами, улетают в трубу, загрязняя атмосферу. Самым ярким представителем таким элементом является ртуть. Более 90 % от ее содержания теряется при сжигании угля. Традиционно считается, что ртуть при сжигании угля практически полностью выносится с возгонами в атмосферу [3]. Проведенные исследования показали, что потери ртути в процессе сжигания угля на Березовской ГРЭС-2 составляют 96 %. Однако в уловленной наиболее тонкой фракции золы уноса содержание ртути достигает 0,16 г/т. Какое-то количество, не превышающее 0,13 г/т, установлено и в золошлаках из золошлакохранилища. При транспортировке золы и хранении золошлаков теряется в среднем 17% ртути от ее количества, уловленного в системе золоулавливания.

В значительных количествах в процессе сжигания угля выносится также и уран. В этом процессе на Березовской ГРЭС-2 теряется более 90 % металла. Незначительное его количество дополнительно выщелачивается при транспортировке и хранении золошлаковых отходов. Потери урана несравненно выше, чем тория. При близости основных свойств этих элементов, данный факт указывает на разные формы их нахождения в угольном топливе. Торий в значительной степени сконцентрирован в аксессуориях (монацит, циркон), а уран в бурых углях содержится преимущественно в сорбированной форме [1].

Важен факт значительных потерь лантаноидов при сжигании угля Березовского месторождения. Факты накопления лантаноидов в снеге и почвенном покрове часто отмечались при эколого-геохимических исследованиях, однако природа их не всегда понятна. Полученные результаты позволяют отметить значительный вклад угольных ТЭС в техногенном накоплении редкоземельных элементов в природной среде.

Таким образом, проведенный анализ поведения химических элементов при сжигании угля, транспортировке и хранения золошлаков на Березовской ГРЭС показал, что основные потери изученных химических элементов происходят на этапе сжигания угля. Для большинства изученных элементов на этом этапе теряется более 50 % от исходного их содержания в угле. При транспортировке и хранении золошлаков в существенных количествах теряются лишь Br, Sr и Na. Эти потери обусловлены выщелачиванием химических элементов при воздействии воды на золошлаки.

#### Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Изд. дом «Д-Принт», 2008. – 468 с.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году».[Электронный ресурс]. // <http://www.ecogodoklad.ru/default.aspx>

3. Кизильшейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. – 296 с.

### ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В УГЛЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**М.З. Кажумуханова**

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Республика Казахстан располагает значительными ресурсами разнообразных по качеству и марочному составу ископаемых углей. По запасам угля страна занимает восьмое место в числе 12 государств, в которых сосредоточены свыше 96% мировых запасов угля и третье место - среди стран СНГ. Суммарные запасы угля в Казахстане достигают 170 млрд. т [1].

По степени преобразованности органического вещества угли относятся к бурым (от лигнитов и землистых бурых) и каменным различной степени метаморфизма, вплоть до полуантрацитов и антрацитов. Возраст углей от девона до палеогена [4].

Угли Казахстана в целом слабо изучены на комплекс попутных ценных и токсичных элементов-примесей, при этом развитая угледобывающая и связанная с нею теплоэнергетическая промышленность страны обеспечивает стабильный рост добычи и потребления угля. Вместе с этим усиливается воздействие на окружающую среду, что вызывает необходимость обеспечения экологически безопасного сырья.

Для оценки углей на комплекс попутных элементов была подготовлена коллекция из 161 пробы угля и углевмещающих пород различных угольных бассейнов и месторождений Казахстана и выполнено ее исследование. В качестве основного метода использован инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), реализованный на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ. Методом ИНАА определены содержания 29 элементов-примесей (табл. 1) в 74 пробах угля (аналитик А.Ф. Судыко).

Определение содержания Hg производилось атомно-абсорбционным методом с электрохимической атомизацией на анализаторе ртути РА 915+ с приставкой ПИРО-915+ (161 проба). Оба вида анализов выполнялись на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ.

В целом, угли Казахстана обогащены редкими, радиоактивными и цветными металлами. Наиболее высокие концентрации характерны для Sr, Sc, Hf, REE, меньше – для Cs, Zn, Th, U и Au.

Для углей Карагандинского бассейна характерно невысокое среднее содержание большинства элементов-примесей, сопоставимое с кларковыми значениями для каменных углей. В них установлены более высокие, по сравнению с кларком, концентрации скандия и ртути. Содержание ртути в некоторых пробах превышает «порог токсичности» для углей и достигает 1,25 г/т. Природа накопления ртути в углях требует специального изучения. Аномалии ртути могут быть обусловлены значительным влиянием вулканогенного материала, установленного в

верхней части угленосного разреза и представленного многочисленными тонштейнами и рассеянным пепловым материалом [3]. Известно, что пепловые выбросы вулканов обогащены As, Sb, Hg, Cu и другими летучими элементами [5].

Таблица 1

Средние содержания элементов-примесей в угольных месторождениях  
Казахстана, г/т

Элементы	Бассейны, месторождения						Кларк для углей [8]	Минимальное возможно промышленно значимое содержание [6]	Порог токсичности для углей [6]
	Экибастузский	Карагандинский	Каражыра	Талдыколь	Сарыколь	Шубарколь			
Sc	8,7	6,0	8,9	8,7	7,9	0,42	3,7	10	н.д.
Cr	7,3	10,0	23,5	34,9	17,7	3,2	17	1400	100
Co	6,0	3,6	<b>8-539</b>	7,1	6,6	1,9	6	20	100
Zn	н.д.	н.д.	119	37,3	27,0	22,8	28	400	200
As	2,4	н.д.	0,13	3,4	11,7	0,63	9	н.д.	300
Rb	3,3	<0,6	12,5	21,6	30,9	6,8	18	35	н.д.
Sr	150	100	270	119	140	30	100	400	н.д.
Cs	0,62	0,63	0,35	1,4	2,9	0,03	1,1	30	н.д.
Ba	272	149	190	248	279	7	150	н.д.	н.д.
La	11,6	4,5	10,4	13,1	7,8	1,2	11	150	н.д.
Ce	26,7	10,2	23,3	30,7	21,0	2,2	23	н.д.	н.д.
Nd	н.д.	н.д.	12,9	13,9	7,7	0,92	12	н.д.	н.д.
Sm	2,9	1,4	4,9	2,8	2,0	0,25	2,1	н.д.	н.д.
Eu	0,8	0,44	1,1	0,8	0,5	0,04	0,43	н.д.	н.д.
Tb	0,6	0,25	0,67	0,6	0,4	0,04	0,31	н.д.	н.д.
Yb	<b>2,0</b>	0,62	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	1,3	0,32	1	1,5	н.д.
Hf	2,5	1,8	0,74	2,1	1,9	0,05	1,2	5	н.д.
Au, мг/т	0,88	<0,01	11,0	1,6	0,82	4,3	4,4	20	н.д.
Hg	0,07	<b>0,87-1,25</b>	<b>0,013-1,7</b>	0,05	0,08	н.д.	0,1	1,0	1,0
Th	2,7	1,1	0,1	3,3	3,9	0,12	3,2	н.д.	н.д.
U	0,98	0,42	0,5	9,0	1,0	0,17	1,9	н.д.	н.д.
A <sup>d</sup> , %	36,4	9,8	11,7	25,3	25,7	н.д.			

Примечание: н.д. – нет данных; жирным шрифтом выделены содержания, превышающие «порог токсичности» и минимальное возможно промышленно значимое содержание

Высокие концентрации ртути выявлены также и в месторождении Каражыра. При этом содержание ртути довольно неравномерно и колеблется от 13 до 1710 мг/т. Здесь же отмечены наиболее высокие для углей Казахстана содержания кобальта (до 539 г/т), цинка (в среднем 119 г/т) и золота (в среднем 11 мг/т).



Своеобразный характер геохимической специализации углей предполагает связь этих аномалий с общими минерагеническими и геохимическими особенностями этого блока земной коры.

В углях Экибастузского бассейна существенно выше кларкового среднее содержание Hf, Ba, Sr, Sc, Co, лантаноидов, а уровни накопления Yb достигают возможно промышленно значимых концентраций. Однако, в связи с высокой зольностью углей бассейна, содержание этих элементов в золе угля существенно ниже среднемировых данных (таблица 1).

Новые данные свидетельствуют о низком содержании элементов-примесей в углях месторождения Шубарколь. Они, в основном, ниже соответствующих кларков для каменных углей. Это позволяет рассматривать их как одни из наиболее экологически чистых в регионе. Согласно ранее проведенным исследованиям [2, 7], угли Шубарколь обогащены редкоземельными элементами, наиболее высокие концентрации которых наблюдаются в зоне выветривания углей, при этом максимальные накопления (Y - 254 г/т, Sc - 96, Dy - до 384, Gd - до 335, Sm - до 211, La- 46, Ce 89 и Nd - до 806 г/т угля), приурочены пространственно к линзовидным зонам аномального накопления урана.

Таким образом, исследование углей Казахстана показало, что здесь возможно выявление промышленно значимых концентраций Co, Zn, Rb, Hg, REE и Sc. Следует также учитывать, что ряд малых элементов при определенных содержаниях (превышение «порога токсичности») являются в той или иной мере «вредными» по уровню негативного воздействия на природные объекты. Одним из таких элементов является Hg, содержание которой в изученных углях Карагандинского бассейна и месторождения Каражыра достигает «порога токсичности», а иногда и превышает его.

Расчеты эмиссии показали, что годовая эмиссия ртути от использования углей Карагандинского бассейна и месторождения Каражыра составляет до 50 т (табл. 2). Эти факты необходимо учитывать при освоении месторождений и разработке природоохранных мероприятий. Необходимо провести детальное исследование распределения этого элемента в разрезе угленосных отложений и организация мониторинга качества товарных углей с учетом их возможного ртутного загрязнения.

Таблица 2  
Расчетная годовая эмиссия ртути от сжигания углей Казахстана, т/год

Бассейн, месторождение	Годовая добыча, млн т [1]	Содержание ртути, г/т	Расчетная годовая эмиссия, т
Экибастузский	62	0,07	<b>4,34</b>
Карагандинский	30	0,87-1,25	<b>26,1-37,5</b>
Майкубенский	8	0,07	<b>0,56</b>
Каражыра	6	0,013-1,7	<b>0,078-10,2</b>

#### Литература

1. Байков Н., Безмельницына Г. «Мировое потребление и производство первичных энергоресурсов».- Москва, журнал «Мировая экономика и международные отношения», 2007, № 5, с.44-52

2. Бассейны и месторождения углей и горючих сланцев Казахстана [Текст]: справочник / Т.М. Азизов, В.И. Власов; Под ред. А.М. Кажегельдина. - Алматы : [б. и.], 1997. - 113 с.
3. Вулканический пепел в углях Карагандинского бассейна Текст. / Г.М. Лушихин // Вопросы геологии угленосных отложений Азиатской части СССР. М-Л.: Изд-во АН СССР, 1961.-342 с.
4. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 5: Угольные бассейны и месторождения Казахстана/ под ред. И. В. Орлова и др. - М.: Недра, 1973. - 718 с.
5. Миклишанский А.З., Яковлев Ю.В., Меняйлов И.А. О геохимической роли поступления химических элементов с летучей компонентой активного вулканизма // Геохимия. 1979. №11. С. 1652-1660.
6. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник./Под ред. В.Ф.Череповского, В.М.Рогового и В.Р. Клера.- М.:Недра,1996.-238 с.
7. Элементы-примеси в месторождениях Казахстана: справочник / под ред. А.А. Абдуллина и др.- Алматы ИАЦ ГПР РК, 1999 – Т. II – 144 стр.
8. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals // Int. J. Coal Geol. – 2009. – V. 78. – P. 135–148.

#### **ЭМИССИЯ МЕТАНА ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

**И.А. Оберемок**

Научный руководитель ассистент Е.А. Филимоненко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В последнее время внимание к метану заметно возросло. Это связано с принятием в 1997 Киотского протокола (КП), согласно которому страны-участницы обязались снизить выбросы метана и других парниковых газов (ПГ). Действие продлённого КП прекратилось в 2012. В ноябре 2014 года в г. Лима на 20-й конференции сторон Рамочной конференции об изменении климата (РКИК) ООН было выдвинуто решение до марта 2015 составить программы по сокращению выбросов ПГ. Россия обязалась к 2030 году снизить на 70-75% количество выбросов ПГ относительно 90-х годов. Новое соглашение, регламентирующее данное заявление, придёт в силу в 2020 году и будет называться Парижским договором[7].

Метан – это углеводород, являющийся парниковым газом. Он не имеет запаха и безвреден для человека, чего нельзя сказать об атмосфере. Являясь вторым по распространению ПГ (на его долю приходится 16% выбросов) [3], он наносит эффект в 20-25 раз больший, чем диоксид углерода при тех же количествах. Его период жизни – 10-12 лет, в отличие от CO<sub>2</sub>(130лет) и NO<sub>2</sub>(120лет) [6]. Поэтому сокращение его эмиссии может значительно повлиять на замедление развития парникового эффекта в ближайшие десятилетия. Также, метан имеет приличную удельную теплоту сгорания (УТС), превышающую природногазовую (УТС природного газа колеблется в рамках 28 – 46 МДж/м<sup>3</sup>, УТС метана - 35 – 39 МДж/м<sup>3</sup> [6]). Следовательно, извлечение и использование метана – это получение ценного энергетического ресурса, способного улучшить экономическое положение областей с концентрацией метана в своих землях.

Основные природные источники эмиссии метана в атмосферный воздух это – тундра, болота, водоёмы, насекомые, естественные геохимические процессы, метангидраты. К антропогенным источникам относятся: рисовые чеки, свалки, утечки при добыче нефти и газа, горение биомассы, шахты [1]. Доля газа, выделяемого при добыче угля относительно других антропогенных источников, составляет 26%.

Проблема понижения эмиссии метана имеет преимущества не только в экономическом и энергетическом плане, но также и в вопросе охраны окружающей среды и повышения безопасности в угольной промышленности [4]. Метан выделяется при угледобыче, и порция выделяемого газа зависит от газоносности пластов. Причём, чем качественнее уголь – тем больше метана содержится в нём в сорбированном состоянии. Также объёмы рудничного газа прямо пропорциональны глубине разработок. 70% от всего шахтного метана, выделяемого в атмосферу по всей России, приходится на угольные предприятия Кузбасса, что имеет свои обоснования. В целом, российские месторождения являются общемировые лидерами по газоносности пластов, со средним значением в  $12 \text{ м}^3/\text{т}$  (в мире  $7 \text{ м}^3/\text{т}$ ) [3]. Метанообильность угольных пластов Кузбасса является наиболее высокой (среднее значение  $15 \text{ м}^3/\text{т}$  и доходя до  $40 \text{ м}^3/\text{т}$ ), и это зависит от качества добываемого сырья. Например, на долю Кузбасса приходится 100% общемировой добычи особо коксующихся углей.

Взрывы метана и угольной пыли – это наиболее частый вид аварии на угольных предприятиях. В угольном массиве  $\text{CH}_4$  распределён однородно, но как только начинается выемка – метан высвобождается и распространяется по горным выработкам [5]. Его концентрация в 1% – в идеале, стоповая точка для работы. Смесь метана и угольной пыли крайне взрывоопасна и рискованна (с концентрацией метана от 4 до 16%), поскольку в любой момент может «схватить» искру и сдетонировать, приведя к человеческим жертвам, к обвалам шахтных конструкций и временному выходу предприятия из строя. Искра может быть любой природы: будь то механическое трение аппаратуры и механизмов, задействованных в производстве, или же результат движения породы.

Известен метод борьбы с излишним выделением метана – это дегазация угольных пластов. Ужесточение законодательства по данному вопросу произошло после аварии на шахте «Распадская» 9 мая 2010 года. Многочисленные жертвы и временный выход из строя одной из крупнейших по стране шахт, поставляющей коксующиеся угли – вот итог отсутствия дегазационной системы в режиме столь крупного предприятия.

Тем не менее, шахты, применяющие дегазацию, сжигают метан или же просто выпускают его в атмосферу. Например, за 2014 г. выбросы метана в Кемеровской области составили 756366 т, то есть  $1,153 \text{ млн. м}^3$ , и из этой суммы доля выбросов, приходящая на угольные предприятия, составляет 97,6% [2]. Однако по данным [3] в среднем, в течение года на шахтах России выделяется  $1,3 \text{ млрд м}^3 \text{ CH}_4$  и более 96% абсолютно бесцельно выбрасывается в атмосферу. Так, Кузбасс почти не использует шахтный метан, а Воркута использует, но не на более, чем 40%. Хотя, в целом, запасы метана в Кузбассе оцениваются в  $13 \text{ трлн. м}^3$  [5], что сопоставимо с масштабами залегания газа в Уренгойском месторождении, являющимся 3-им в мире по запасам газа ( $16 \text{ трлн м}^3$ ), а запасы в Печорском угольном бассейне  $2 \text{ трлн. м}^3$ .

Опыт зарубежных стран доказывает, что извлечение и использование метана – это окупаемое и перспективное направление, приносящее немалый денежный

доход и с положительной стороны отражающееся на экосистеме Земли. Причем изымаение метана из недр возможно не только из действующих шахт посредством дегазации и вентиляции, но также и на ликвидированных предприятиях, где, по данным подсчётов, в среднем остаётся в 2,5-3 раза больше метана, чем выделилось в моменты эксплуатации шахты. Например, из Австралийской шахты «Белмайн», закрытой после взрыва, на протяжении 25 лет каптировали 365 млн.м<sup>3</sup> газа, что принесло прибыли на сумму более, чем \$40 млн. Также примером рационального использования рудничного газа действующей шахты является проект «Haus Aden» в Германии, который за 2003/2004 года произвёл 16,3 МВт электричества и снабдил им 40 тыс. хозяйств, сократив эмиссию ПГ на 520 тыс.т в СО<sub>2</sub> эквиваленте [3].

В России в сложившейся экономической ситуации задача извлечения рудничного газа не является первоочередной, поскольку энергетический потенциал метана даже самых высокогазоносных регионов меньше 2% от энергетического потенциала угля, который содержит данный метан. И наличие других доступных источников энергии блокирует рентабельность разработки добычи шахтного метана с экономической точки зрения.

Тем не менее, если бы совершился переход богатых метаном регионов на собственное обеспечение метаном, то это избавило бы от покупки природного газа из других областей, уменьшило бы эмиссию СО<sub>2</sub>, сернистого ангидрида и других загрязняющих веществ, поскольку бы помогло избежать использования высокоэмиссионных топлив, как мазут и другие, что, к тому же, сократило бы выделения микрочастиц, провоцирующих заболевания органов дыхания. Улавливание метана минимизировало бы опасность взрыва в шахтах и положительно бы сказалось на сокращении парникового эффекта, а также полностью поддержалось бы Парижским договором, который вступит в силу в 2020 году.

#### Литература

1. Бажин Н.М. Метан в атмосфере / Соросовский образовательный журнал. – 2000. –Т. 6. – № 3. – С. 52-57.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2014 году // Кемерово – 2015 [Электронный ресурс] – Режим доступа URL:[http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2015/08/NEW\\_DOKLAD-2014.pdf](http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2015/08/NEW_DOKLAD-2014.pdf) // стр. 38, 50, 223.
3. Пучков Л.А.,Сластунов С.В. Проблемы угольного метана – мировой и отечественный опыт их решения / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2007. – № 4. – С. 5-24.
4. Рубан А.Д., Забурдяев В.С. Опыт извлечения и использования метана в России и ФРГ / Горный информационно-аналитический бюллетень(научно-технический журнал). – 2004. – № 9. – С. 153-158.
4. Сухоруков В.А., Фрянов В.Н., Сухоруков В.В., Шенгерей Е.Б. Разработка угольных пластов с попутной добычей метана / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № 10. – С. 29-34.
5. Инженерный справочник / Топлива. Высшая теплотворная способность - таблица. Удельная теплота сгорания / [Электронный ресурс] – Режим доступа URL:<http://www.dpva.info/Guide/GuidePhysics/GuidePhysicsHeatAndTemperature/CombustionEnergy/FuelsHigherCaloricValues/>.
7. РИА НОВОСТИ / «Проект нового договора по борьбе с изменением климата обсудят в Женеве». – 08.02.2015. – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL:<http://ria.ru/world/20150208/1046513931.html>

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ УГЛЯ НА УЧАСТКЕ  
«БЕРЕЗОВСКИЙ ВОСТОЧНЫЙ» РАЗРЕЗА «БЕРЕЗОВСКИЙ» (КУЗБАСС)**

**К.К. Чепала**

Научный руководитель доцент Л.Г. Ананьева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ни один вид человеческой деятельности не оказывает такого масштабного и комплексного воздействия на окружающую среду, как горное дело. В настоящее время территории России в отвалах и хвостохранилищах накопилось более 80 млрд.т. твердых отходов [1]. Под этим занято десятки тысяч гектаров земель, которые могли быть использованы в сельском хозяйстве. Поэтому, в России широко проводятся исследования по проблеме предотвращения пагубного влияния горного производства на окружающую среду.

Основными постоянно действующими источниками загрязнения атмосферы при горных выработках являются:

– горнодобывающее оборудование, техника (пыление и выбросы) и погрузочно-разгрузочные работы;

– пыление с поверхности отвала твердых частиц транспортируемого материала и выбросы от двигателей внутреннего сгорания;

– взрывные работы, в результате которых происходит залповый выброс вредных веществ и образование пылегазового облака, а также остаточное газовыделение из взорванной горной массы с кратковременным воздействием на атмосферу;

– впоследствии отработки месторождения наносится вред почвенным ресурсам.

На примере участка открытых горных работ «Березовский Восточный» была дана оценка воздействия разработки угольного месторождения на экологическую обстановку окружающей среды. Разрез «Березовский Восточный» расположен в северной части Бунгуро-Чумышского геолого-экономического района Кузбасса в границах Березовского каменноугольного месторождения.

В административном отношении участок располагается на территории Новокузнецкого и Прокопьевского районов Кемеровской области. В пределах лицензионных границ участка населенных пунктов нет. Города Новокузнецк и Прокопьевск находятся в 16,5 км к востоку и в 18 км к северо-западу от границ участка соответственно. Участок «Березовский Восточный» входит в состав геологического участка «Бунгурский Северный» («Поле шахты Бунгурская Северная»). Производственная мощность участка составляет 2500 тыс т угля в год.

Осадки Бунгуро-Чумышского района относятся к балахонской серии, представленной острогской ( $C_{1os}$ ), нижнебалахонской ( $C_{2-3bl}$ ), верхнебалахонской ( $P_{1bl}$ ) подсериями.

При разработке данного участка основным воздействием является загрязнение почвы выбросами загрязняющих веществ, пыли, тепла, влаги, выхлопных газов от автомобильных двигателей, загрязнение диоксидом серы, окислами азота и углерода, нарушение почвенного покрова, загрязнение нефтепродуктами, изменение гидрологического режима территории в зоне влияния объекта и на прилегающих территориях. Кроме того, в результате прямого или косвенного воздействия на почвенный покров могут проявиться следующие неблагоприятные явления: водная эрозия почв, нарушение основных свойств почвы, проявление процессов минерализации, засоления, переувлажнения, иссушения,



уплотнения и других, что в конечном итоге может привести к локальным изменениям почвенного покрова на территории и в санитарно-защитной зоне участка.

При разработке месторождения на участке «Березовый Восточный» для решения экологических проблем были предложены следующие мероприятия.

1. При ведении горных работ 74 % от общего объема вскрышных пород, подлежат экскавации с предварительным рыхлением буровзрывным способом. В результате взрыва происходит залповый выброс вредных веществ и образуется пылегазовое облако. После взрыва происходит остаточное газовыделение из взорванной горной массы. С целью сокращения выбросов перед взрывом будет осуществляться увлажнение взрываемого блока и применятся гидрозабойка. Перед взрывом проводят орошение поверхности взрываемого блока, эффективность пылеподавления 90 %. С целью уменьшения пылевыведения предусмотрен полив отвала и автодорог в теплый период года. Эффективность пылеподавления составит 90 %. Для снижения пылеобразования при экскавации горной массы предусмотрено орошение взорванной горной массы водой, эффективность пылеподавления 85 %.

2. В процессе ведения горных работ в пределах проектируемого участка в сферу влияния попадают все водоносные комплексы, имеющие распространение на данной площади. Негативное воздействие объекта на подземные воды при проведении горных работ максимальное. Изменение характеристик поверхностных водных объектов при вскрытии и разработке месторождения происходят в следующих основных направлениях: изменение гидрологической характеристики (увеличение расхода реки за счет сброса сточных вод); изменение морфометрических характеристик (изменение среднемноголетнего уровня воды); изменение гидрохимической характеристики (изменение фоновых концентраций за счет сброса сточных вод). В процессе ведения горных работ происходит загрязнение подземных вод поступлением в водоносные горизонты загрязненного поверхностного стока и загрязняющих веществ из антропогенных источников загрязнения на поверхности. При взаимодействии подземных вод с породами в зоне горных выработок происходит формирование особого химического состава карьерных вод. Являясь дренажной системой, горнодобывающее предприятие обеспечивает за счет создания депрессии сбор подземных вод с прилегающих территорий. Поток подземных вод в этом районе будет направлен к горным выработкам разреза и снижается вероятность распространения загрязненных стоков на прилегающие территории. И как следствие, определяет условия распространения загрязнения в том случае, если оно будет иметь место. Таким образом, учитывая отмеченное, можно сделать вывод о том, что при эксплуатации участка «Березовский Восточный» воздействие на подземные воды в дальнейшем можно расценивать по масштабам воздействия – как допустимое, при условии соблюдения мероприятий, исключающих возможность загрязнения водоносного горизонта и обеспечивающих контроль качества подземных вод.

3. Территория размещения объекта тесно связана с интенсивным использованием её в горнодобывающей промышленности, что в настоящее время привело к деградации почвенного покрова территории, а на отдельных участках и к полному уничтожению естественного почвенного покрова с образованием техногенных почв. С целью охраны земельных ресурсов намечается выполнение следующих мероприятий: снятие плодородного слоя почвы с нарушаемых территорий; максимальное использование малопродуктивных угодий; по окончании отработки месторождения планируется восстановление земной поверхности

(рекультивация) и передача восстановленных участков землепользователю на основании топографической съемки и проекта рекультивации.

4. Большая часть нарушенной земли задействована под внешний отвал вскрышных пород и карьерную выемку. Основные операции технического этапа рекультивации внешних отвалов: производится планировка отвала и выполаживание откосов; на поверхность отвала наносятся слои плодородного слоя почв мощностью 0,35 м. Выполаживание откосов отвала производится под углом 18°, который не противоречит значениям углов, рекомендованных ГОСТ 17.5.1.01-83 от 30.06.1984 (01.07.2002 переиздание)

5. На данном участке угледобывающего предприятия присутствуют изменения окружающей среды, последствия которых невозможно полностью исправить или избежать. Предприятие несет ответственность за данные изменения и пытается снизить наносимый вред всеми возможными способами. Уголь является достаточно ценным полезным ископаемым, необходимость которого на данный момент не утрачена. В то же время, угольные предприятия наносят огромный ущерб окружающей среде. Развитию угледобывающих предприятий препятствует экологический барьер, переступить через который можно только при внедрении новых технологий, обеспечивающих добычу ресурса с минимальным нанесением ущерба окружающей среде, а также при честном и добросовестном исполнении норм предприятиями.

#### Литература

1. Певзнер М.Е., Малышев А.А. и др. / Горное дело и охрана окружающей среды: Учебник для вузов.-3-е изд., стер.-М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2001 – 300 с.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.М. Чернев, А.К. Смоляков, Т.А. Шкретий

Научный руководитель старший преподаватель Р.С. Федюк  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Для производства бетонов целесообразно применять отходы технологических производств, это положительно сказывается на экологической обстановке. В то же самое время, каждый техногенный материал необходимо самым тщательнейшим образом исследовать на радиоактивный фон.

В данной статье рассмотрим исследование радиоактивности таких техногенных материалов, как отсев дробления гранитного щебня и зола уноса теплоэлектростанций. Материалы для исследований были отобраны в Приморском крае.

Для получения мелкозернистых бетонов использовался фракционированный отсев дробления гранитного щебня Врангелевского месторождения (Приморский край), основным породообразующим минералом является кварц и полевые шпаты (табл. 1).

Гранитная порода имеет различный радиоактивный фон, необходимо определить удельную эффективную активность естественных радионуклидов материала  $A_{эфф}$ . Для того, чтобы получить величину  $A_{эфф}$ , измеряют удельную

активность радия  $^{226}\text{Ra}$  -  $A_{\text{Ra}}$ , тория  $^{232}\text{Th}$  -  $A_{\text{Th}}$  и калия  $^{40}\text{K}$  -  $A_{\text{K}}$  и складывают по формуле:  $A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31A_{\text{Th}} + 0,085A_{\text{K}}$ .

Результаты испытания на спектрометрическом комплексе «УСК Гамма Плюс» приведены в таблице 2.

Таблица 1

*Минеральный состав гранитного заполнителя*

Наименование породы	Содержание минералов, % по массе		
	полевые шпаты	Кварц	Биотит
Гранит	до 65	25-30	5-10

Таблица 2

*Определение удельной эффективной активности отсева гранитного щебня*

Наименование показателя	Единица измерения	Результат измерения (А)
Активность $^{40}\text{K}$	Бк/кг	322±78
Активность $^{232}\text{Th}$		19,5±5,7
Активность $^{226}\text{Ra}$		21,63±5,43

В соответствии с табл. 2. эффективная активность составляет 73±10 Бк/кг. Контролируемый отсев относится к первому классу материалов (менее 370 Бк/кг) в соответствии с ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов». Этот материал можно использовать для всех видов строительных работ.

Для получения композиционных вяжущих исследовались золы ТЭС Приморского края, химический состав которых приведен в таблице 3. Результаты определения удельной эффективной активности золы уноса на спектрометрическом комплексе «УСК Гамма Плюс» приведены в таблице 3.

Таблица 3

*Удельная эффективная активность золы уноса ТЭС Приморского края*

Наименование показателя	Результат измерения (А), Бк/кг			
	Приморская ГРЭС	Владивостокская ТЭЦ-2	Артемовская ТЭЦ	Партизанская ГРЭС
Активность $^{40}\text{K}$	496,9±101	362±89	342±68	516,9±101
Активность $^{232}\text{Th}$	153,6±20,3	31,5±19,7	29,5±15,7	193,2±22,3
Активность $^{226}\text{Ra}$	163,1±9,36	37,63±6,32	27,23±5,93	113,1±6,37
$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31A_{\text{Th}} + 0,085A_{\text{K}}$	>398	80±30	93±20	>410

Золы Владивостокской ТЭЦ-2 и Артемовской ТЭЦ относятся к первому классу материалов (менее 370 Бк/кг) в соответствии с ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов» и соответствует ГОСТ 25592-91 «Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов». Золы Приморской и Партизанской ТЭЦ по содержанию радионуклидов не соответствуют нормативным требованиям и вследствие это для строительных целей не подходят.

Литература

1. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Бетоны с пониженной проницаемостью на сырьевых ресурсах Дальнего Востока // Современные строительные материалы, технологии и конструкции. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» (24-26 марта 2015 г., г. Грозный). В 2-х томах. Т.1. – Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2015. – С. 440-448.
2. Федюк Р.С. Исследование литологии сопок Владивостока для целей строительства // Виртуальные и реальные литологические модели. Материалы Всероссийской школы студентов, аспирантов и молодых ученых по литологии. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2014. – С. 119-121
3. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А. Полезные ископаемые Приморского края с позиций строительного материаловедения // Уральская минералогическая школа-2015. Екатеринбург, 2015. С. 106-110.
4. Юшин А.М., Федюк Р.С. Экологическая опасность золы ТЭС // Будущее технической науки: сборник материалов XIV Международной молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2015. – С. 334-335.
2. Boyarov M.A., Fediuk R.S. Raw materials of Primorsky Territory for concrete production // Современные технологии и развитие политехнического образования [Электронный ресурс] : международная научная конференция, г. Владивосток, 14–18 сентября 2015 г. / Дальневост. федерал. ун-т . – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2015.– С. 157-161.
3. Yushin A.M., Fediuk R.S. The use of waste of thermal power plants in construction // Современные технологии и развитие политехнического образования [Электронный ресурс] : международная научная конференция, г. Владивосток, 14–18 сентября 2015 г. / Дальневост. федерал. ун-т . – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2015.– С. 45-51.

## Секция 8 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ РАЗВЕДКЕ, ДОБЫЧЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нефтегазовый комплекс РФ в силу ряда обстоятельств в настоящее время является гарантом экономического развития России. Вместе с тем нефтегазовый комплекс возник в 60-ые годы 20-ого века и пик его развития для ряда регионов страны уже в прошлом, и, соответственно, прирост добыча нефти начинает замедляться. Особенностью нефтегазового комплекса России является расположение значительной части открытых и открываемых месторождений нефти и газа на территории Западной Сибири и в районах крайнего Севера. В Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО), например, разведаны и разрабатываются более 50% запасов нефти РФ. Кроме этого, районы крайнего Севера характеризуются развитием многолетнемерзлых пород (ММП), которые при нарушении благоприятных условий могут стать источником экологических бедствий. Потребности развития промышленного комплекса России требуют переброски добываемых на малонаселенных и удаленных северных территориях нефти и газа в районы расположения центров промышленной переработки углеводородов, или переброски этих потоков углеводородов за рубежи нашей страны. А любые трубопроводы для своего функционирования требуют, кроме построения самого тела трубопровода, еще и отчуждения большого количества земель.

Основные аспекты негативного воздействия нефтегазодобывающего комплекса на экологическое состояние природы нашей страны сгруппировать в пять аспектов [8].

Первый аспект – *природный*. Заключается в токсичности добываемых продуктов (нефти, газа, пластовых вод высокой минерализации), которые взрывоопасны и/или ядовиты для всех живых организмов.

Второй аспект – *глубинный*: непосредственное воздействие на объекты земной коры до глубин 11 км, как в результате применяемых при бурении механических способов разрушения различных породно-минеральных комплексов, так и химического воздействия на пласты пород, нарушения герметичности пластов при их исследованиях и разработке. Все вышеперечисленные факторы при негативном развитии процесса могут привести к перетокам пластовых жидкостей и даже к катастрофическим выбросам нефти, газа и пластовых вод на поверхность.

Третьей аспект – *технологический*. Все объекты, материалы, применяемые при бурении: буровые сточные воды (БСВ), отработанные буровые растворы (ОБР), буровые шламы (БШ); оборудование и предназначенная для транспортировки углеводородов техника, спецтехника, трубопроводы с жидкостями и газами, электролинии, почти все применяемые реагенты, сжигаемый попутный нефтяной газ опасны для природной среды и требуют герметизации всех используемых технических объектов во избежание выбросов. Вся применяемая техника, в том числе автотранспорт, техника, предназначенная для обслуживания объектов нефте- и газодобычи, которая своими выхлопными газами и



проливаемыми на грунт смазочными материалами углеводородного состава загрязняет природную среду.

Четвертый аспект – **рекреационный**. Заключается в попадании вредных веществ «на грунт», в изъятии земель сельскохозяйственного, лесохозяйственного предназначения, таких как пашни, леса, сенокосы, пастбища, ягельники на длительный срок. Это и нарушение почвенного покрова при проведении всех геологоразведочных работ, работ по транспортировке нефти и газа, которые требуют постоянного мониторинга нарушенных объектов, проведения работ по рекультивации земель. Особенно этот аспект актуален для районов развития многолетнемерзлых пород, так как их таяние ведёт к очень ощутимым отдаленным последствиям для окружающей среды. При этом уменьшается сбор дикоросов, уничтожаются природные ареалы обитания редких животных, резко снижается туристско-рекреационный потенциал территорий, теряются возможные прибыли от туризма, которые в ближайшем будущем для этих территорий могут стать сопоставимыми с прибылями от добычи нефти и газа.

Пятый аспект – **социальный**. Заключается в том, что при благоприятной конъюнктуре цен промышленность и экономические блоки правительства страны «подсаживаются» на валютные поступления от нефте- и газодобычи, возникает соблазн покупать продукты питания и технические устройства в других странах, при этом своё сельское хозяйство и промышленность приходят в забвение и деградируют.

Из приведенных пяти аспектов только третий и четвертый относятся к прямому воздействию на объекты природной среды. По третьему аспекту наиболее важны: проведение буровых работ, обслуживание трубопроводов и аварии на них, проблемы со сжигаемым попутных нефтяных газом; по четвертому аспекту – излияние углеводородов «на грунт» и проблемы с многолетнемерзлыми породами.

Рассмотрим эти два аспекта совместно. При осуществлении буровых работ наиболее опасными источниками загрязнения природной среды являются [8]: буровые сточные воды; отработанные буровые растворы и буровые шламы. В составе *буровых сточных вод* содержатся нефть и нефтепродукты, растворимые минеральные соли, количество которых варьирует в значительных пределах и зависит от наличия очистных сооружений, таких как объекты очистки буровых растворов, применяемой системы водопотребления. *Отработанные буровые растворы*, кроме состава применяемых при бурении реагентов, зависят и от состава разбуриваемых пород. Сильная загрязненность этих отходов, наличие большого количества растворенных токсичных солей вызывают очень негативное воздействие на окружающую среду, особенно при их попадании на поверхность почвы или в водопроницающие подпочвенные участки грунтов, в объеме которых эти ОБР могут мигрировать на значительные расстояния. Особенность *буровых шламов* заключается в том, что они обогащены обломками разбуриваемых пород со значительной примесью остатков бурового раствора и нефтепродуктов. Некоторые компоненты разбуриваемых пород адсорбируют на своей поверхности реагенты буровых растворов в значительной степени. БШ складываются в шламовые амбары, которые представляют собой копаные ямы, расположенные в пределах буровых площадок и заполняются такими отходами бурения как буровые растворы, раздробленная при бурении горная порода, глина, цемент. В настоящее время при проведении работ по рекультивации [7] шламовых амбаров применяется высадка быстрорастущих пород деревьев, таких как ива, а

обвалованные водные бассейны обсаживаются такими растениями как розог (Typha latifolia), что, в конечном итоге, приводит к постепенному зарастанию этих участков древесной растительностью, такой как сосны, кедры, осины, березы.

При анализе аварийности магистральных нефтепроводов РФ с 1992 по 2000 гг. Госгортехнадзор России подразделил основные причины аварий на: внешнее физическое воздействие на нефтепроводы (35%); нарушение правил эксплуатации (25%); коррозионные повреждения (24%); нарушения при изготовлении труб (13%); ошибки персонала (3%). На магистральных нефтепроводах происходящие аварии классифицируются, как внезапные выливы или истечения нефти (утечка), происходящие в результате полного разрушения или повреждения нефтепровода (его элементов, резервуаров), сопровождающиеся следующими негативными сопутствующими факторами: травмами людей; воспламенениями нефти и паров нефти; загрязнением рек, водоемов выше норм, установленных стандартом качества воды; утечкой нефти свыше 10 м<sup>3</sup> и более [1, 3].

Одной из важных экологических проблем при эксплуатации нефтепроводов являются растущие в зоне безопасности трасс деревья, кустарники и высокие травостой, что пожароопасно. Эта проблема решается простым уничтожением появившихся растений механическим способом путем их удаления, или более перспективным химическим способом ликвидации растений. При том, что нефтепроводы в Западной Сибири проходят по заболоченным (около 40%) или залесенным северным территориям (до 60%) с преобладанием таких древесных пород как кедр и сосна. В притрассовых территориях формируются молодняки ивы, осины и берез, которые за 5–7 лет достигают высоты в 3–6 м, становятся пожароопасными. Их необходимо очищать не реже, чем раз в десять лет. На южных территориях в летний период даже после удаления надземной части растений из-за сохранившейся корневой системы древостой восстанавливается усиленными темпами, и за период летнего роста достигает 1,5–2,0 м в высоту. Удаление древостоя бульдозерной техникой сопровождается уничтожением или деградацией гумусового горизонта почв, при проведении данного вида работ формируются валы, которые в дальнейшем также активно осваиваются деревьями. Применение химических способов борьбы с древостоем является перспективным направлением, но в настоящее время в РФ такой метод применяется в 2% случаев, в то время как за рубежом достигает 20% [6, 9].

Комплексным методом решения экологических проблем, возникающих при эксплуатации нефтепроводов, являются следующие технологические решения: строительство трубопроводов, проходящих под землей, и увеличение толщины стенок труб, при применении которых вероятность повреждений значительно уменьшается.

На территории РФ в эксплуатации находится 350000 км внутрипромысловых трубопроводов. Ежегодно случаются до 50000 аварий. На месторождениях Западной Сибири в эксплуатации находятся более 100000 км трубопроводов, из которых более чем у 30% срок службы превышает 30 лет. Аварии подразделяются на следующие группы: 60% случаев – перепады давления, гидроудары и вибрации; 25% – проявление процессов коррозии; 15% – форс-мажорные обстоятельства и природные явления.

Одним из наиболее опасных моментов негативного воздействия на природную среду объектами нефтегазового комплекса являются так называемые «газовые факела», в которых попусту сгорает большое количество попутного природного газа с разрабатываемых нефтяных месторождений, а в атмосферу

выбрасываются вредные вещества. Для минимизации вредного воздействия на окружающую природную среду продуктов горения, а также для уменьшения опасности для персонала, вокруг факельной установки предусмотрена организация свободной зоны, которая для наземных установок имеет радиус не менее 50 м, для высотных установок – 30–40 м.

Многолетнее горение факелов приводит к локальному изменению климата, формированию на примыкающих территориях (до 20 км) специфического биоценоза, повышению уровня заболеваемости среди животных и людей; выгоранию и деградации почвенного покрова. Факелы опасны и с точки зрения возникновения лесных пожаров большой площади; факельные установки взрывоопасны и являются источниками шума. Для решения этой экологической проблемы правительством РФ с января 2012 г. установлена нормативная граница утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) не менее 95% от размера добычи. Решением этой проблемы является полный запрет на сжигание попутного нефтяного газа в факельных установках, с использованием этого ценного природного сырья иным способом.

При работах на северных территориях РФ одной из немаловажных проблем является таяние многолетнемерзлых пород (ММП) [4, 5, 2]. При этом наибольшее негативное воздействие испытывает сезонно-талый слой, на который основное воздействие оказывают: состав и свойства верхних горизонтов ММП, ландшафтное соседство, условия теплообмена. Особенно риску ММП подвергаются при эксплуатации газопроводов. Здесь могут возникать бугры пучения, в которых снятие растительного покрова даже толщиной 0,2 м приводит к увеличению глубин сезонного протанивания, отмечено повышение температуры почв и пород, термокарстовые просадки и озёрки, понижение кровли ММП.

Решением экологических проблем нефтегазового комплекса России является несомненно строительство подземных трубопроводов, запрет на сжигание попутного нефтяного газа в факелах, сохранение многолетнемерзлых пород от катастрофической разморозки. Несмотря на то, что все перечисленные виды работ финансово затратны, они окупятся тем, что на восстановленных природных ландшафтах и акваториях рек можно будет развивать и туризм, и другие виды хозяйственной деятельности, и именно в этом направлении в последние годы осуществляет работу получивший новый импульс деятельности Русское географическое общество (РГО России). Проведение данного вида работ позволит России выйти из экономической зависимости постоянно наращивать добычу нефти и газа, переключив северные территории России на более прогрессивные направления развития. Именно про использование углеводородов России в качестве топлива когда-то высказывался наш великий соотечественник Дмитрий Иванович Менделеев, который говорил, что «топить можно и ассигнациями».

#### Литература

1. Адам А.М. Экобюллетень ИНЭКА № 3 (128) Экология и наука, май-июнь 2008.
2. Васильчук Ю.К., Васильчук А.К., Репкина Т.Ю. Миграционные бугры пучения в заполярной части криолитозоны Средней Сибири // Инженерная геология, 2013. – № 2. – С. 28 – 45.
3. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, М.: Ик-октаво, 2005. – С. 368.

4. Геокриологические опасности / Под ред. Э.Д. Ершова и Л.С. Гарагули. М.: КРУК, 2000. – 316 с.
5. Казанцева Л.А. комплексный геоэкологический мониторинг долговременных изменений геокриологических условий при строительстве газопроводов в северо-таежной биоклиматической зоне (на примере Надымского района) // Нефть и газ Западной Сибири. Проблемы экологии, безопасности объектов и территорий: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф.– Тюмень, 2013. – Т.3. – С. 94 – 98.
6. Мартынов А.Н., Красновидов А.Н., Фомин А.В. Применение Раундапа в лесу. – Спб.: СПбНИИЛХ, 1998. – 148 с.
7. Седых В.Н. Естественное возобновление леса на отходах бурения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью: сб. материалов междунар. науч. конф. в 4 т. – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – Т. 4. – С. 114 – 120.
8. Шишмина Л.В. Экология нефтедобывающих комплексов // Курс лекций. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – С. 112.
9. Экологически безопасные методы очистки трасс газо- и нефтепроводов в Западной Сибири / В.Н. Воробьев, А.У. Кармазин, Н.А. Воробьева и др., [Электронный ресурс]. URL: [www.km.ru/referats/9C1952F0252941689F504B7DE4CD56DC](http://www.km.ru/referats/9C1952F0252941689F504B7DE4CD56DC)

#### **ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НЕДРА ЛИКВИДИРОВАННЫХ И ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ СКВАЖИН**

**М.О. Андреянов**

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция – один из крупнейших нефтегазоносных районов, на территории которого добывается основная часть российской нефти. В пределах Западно-Сибирской провинции открыто порядка 800 месторождений углеводородов (УВ) и пробурено более 200 тыс. скважин разного назначения, часть из которых на данный момент находится в консервации или ликвидированы (ликвидации подлежат скважины, не вскрывшие залежи углеводородов). Часто строительство скважин осуществляется опережающим бурением, то есть скважины после завершения бурения переводятся в консервацию на определенный срок до начала эксплуатации. Некоторые скважины длительное время находятся в бездействии, в результате чего скважинное оборудование подвергается коррозии, и его техническая надежность снижается. Нарушение герметичности заколонного пространства в ликвидированных скважинах приводит к заколонным перетокам флюида и является причиной нарушения экологической и промышленной безопасности, что может привести к чрезвычайным ситуациям, таким как нефтегазопроявления, загрязнения верхних горизонтов пресных вод. Всё это оказывает негативное влияние на недра [5].

Таким образом, целью работы является изучение отрицательного воздействия на окружающую среду законсервированных и ранее ликвидированных скважин.

Под консервацией скважин понимается изоляция продуктивных пластов и герметизация устья скважины на определенный период времени с целью сохранения

ее ствола в процессе бурения или после окончания бурения. Консервация скважин может проводиться либо на непродолжительный срок от нескольких месяцев в процессе бурения – при появлении в разрезе осложняющих условий, при кустовом бурении – до окончания сооружения всех скважин в кусте, при освоении месторождений – до обустройства промысла, либо на длительные сроки, но не более чем на 15 лет.

Порядок проведения работ по консервации скважин следующий:

- спуск насосно-компрессорных труб (НКТ) с «воронкой»; глушение скважины жидкостью с добавлением ингибиторов коррозии; закачивание в интервал перфорации специальной жидкости, обеспечивающей сохранение коллекторских свойств продуктивного пласта;

- поднятие НКТ выше интервала перфорации; заполнение верхней части скважины незамерзающей жидкостью; защита от коррозии устьевого оборудования; при коэффициенте аномалии давления  $K_a = 1,1$  и выше в компоновку НКТ включить пакер и клапан-отсекатель;

- снятие с устьевого арматуры штурвалов, манометров, установка на арматуре заглушек;

- ограждение устья скважины (кроме скважин на кустовых площадках); крепление на ограждении таблички с указанием номера скважины, месторождения, недропользователя, срока консервации; проведение планировки прискважинной площадки;

- установка цементного моста над интервалом перфорации согласно инструкции на консервацию скважины, разработанного и согласованного в установленном порядке, в зависимости от длительности консервации и других факторов.

В отличие от консервированных, скважины, дальнейшее использование которых признано нецелесообразным, подлежат ликвидации. При ликвидации на устье скважины устанавливается бетонная тумба размером 1 x 1 x 1 м с репером высотой не менее 0,5 м и металлической табличкой, на которой электросваркой указывается номер скважины, месторождение (площадь), недропользователь, дата ее ликвидации [4].

Рассмотрим процесс ликвидации и консервации скважин на примере Казанского нефтегазоконденсатного месторождения, открытого в 1967 г. В административном отношении Казанское нефтегазоконденсатное месторождение находится в южной части Томской области на территории Парабельского района. Месторождение введено в разработку в 2000 г. Казанское месторождение расположено в Казанском нефтегазоносном районе Васюганской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [2]. Площадь изучаемого лицензионного участка составляет около 484 км<sup>2</sup>. На Казанском месторождении пробурено 78 скважин: 54 добывающих; 10 нагнетательных; 2 водозаборные; 12 скважин в фонде консервации, ликвидации. На месторождении имеются скважины, ликвидированные по геологическим причинам без спуска эксплуатационных колонн (за контуром нефтеносности оказались скважины 4п, 8п), и скважины, ликвидированные после испытаний, как выполнившие свою геологическую задачу (1п, 2п, 3п, 5п, 7п).

Стоит отметить, что ликвидация скважин проводилась с соблюдением основных требований и регламентов инструкции, в следующем порядке: ствол скважины заполнен глинистым раствором плотностью 1120–1180 кг/м<sup>3</sup>;



установлены ликвидационные мосты толщиной 30-100 м выше интервалов испытания отложений, водоносных горизонтов; на глубине не менее 2-х м установлена деревянная пробка и залита цементным раствором; на устье установлена цементная тумба размером 1х1х1 м и металлический репер с табличкой, на которой указана вся необходимая информация. После ликвидации скважин произведена рекультивация, планировка и расчистка площадки от посторонних предметов.

Как было отмечено выше, основные причины отрицательного воздействия ликвидированных и консервированных скважин могут быть связаны с негерметичностью крепления скважины (цементирования) и с возможными заколонными перетоками. Основной причиной возникновения экологических чрезвычайных ситуаций является некачественное крепление скважины при ее строительстве, в том числе несоблюдение проектной конструкции, что не обеспечивает долговременную сохранность скважины. В качестве крепежного и изоляционного материала в настоящее время используется цемент, который создает жесткий контакт с породой или поверхностью колонны. Так как Казанское месторождение является нефтегазоконденсатным, то часто наблюдается давление газа на устье после консервации, появление давления объясняется перетоками газа из пласта через каналы в цементе. Поэтому для цементирования газовых скважин необходимо использовать современные гидрозатворы, обеспечивающие надежную и долговременную герметизацию заколонного пространства скважины.

Вследствие ухудшения состояния заколонного пространства скважин практически невозможно исключить заколонные перетоки жидкости, в первую очередь пресной воды. В результате возможно уменьшение объема грунтовых пресных вод из-за перетока в более глубоко залегающие горизонты и смешение их, например, с высокоминерализованными водами.

Стоит отметить, что наличие высокоминерализованных вод в пластах ликвидированной скважины уменьшает время сохранности скважины, так как процессы коррозии происходят с большей скоростью. Особенно острой эта проблема может стать при подтоплении скважины, так как интенсивные водопроявления с высокоминерализованной водой могут «отравить» пласт грунтовых вод и водоемы, которые питаются этими водами [6]. Также из-за перетоков могут возникать грифоны. Грифон – внезапный прорыв на поверхность флюида (чаще всего газа), движущегося под большим давлением по затрубному и заколонному пространству буровой скважины. Что может стать причиной пожара или отравить поверхностные воды, либо окружающую среду.

Согласно «Инструкции о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устьев и стволов» фонд ликвидированных скважин подвергается периодической проверке, периодичность проверок устанавливается пользователем недр по согласованию с территориальным органом Госгортехнадзора России, но не реже двух раз в год (п. 3.1.3). Технический осмотр производится с целью оценки герметичности скважин, а так же для проверки устьевого оборудования на предмет его герметичности, отсутствия давления на устье и газопроявлений, при обнаружении недостатков, недропользователь должен реализовать мероприятия по их устранению (п. 3.1.4) [4]. Стоит отметить, что на Казанском нефтегазоконденсатном месторождении (НГКМ) соблюдаются основные стандарты при проведении ликвидации и консервации скважин. Также осуществляется контроль за ними путем периодического объезда фонда скважин. Заключительным этапом ликвидации скважины являются работы по технической и биологической

рекультивации земель с целью восстановления природного ландшафта на площадке скважины и прилегающей территории. Ликвидация скважин считается завершённой после подписания акта о ликвидации или консервации пользователем недр и соответствующим органом Ростехнадзора России.

Очевидно, что сегодня на большинстве месторождений оперативного и эффективного контроля за наличием газопроявлений на устье скважины не существует. Поэтому необходимо проводить более тщательный мониторинг, а какие-то скважины, возможно, обеспечить приборами стационарного мониторинга [3]. И недропользователю необходимо проводить учет, ежегодный контроль состояния устьев ликвидированных скважин и необходимые ремонтные работы при обнаружении неисправностей и нарушений требований охраны недр. Стоит подчеркнуть, что согласно инструкции [4] специальной комиссией обязательно должен осуществляться осмотр всего фонда скважин на территории нефтепромысла дважды в год.

#### Литература

1. Агадулин И.И., Игнатьев В.Н., Сухоруков Р.Ю. Экологические аспекты негерметичности заколонного пространства в скважинах различного назначения // Нефтегазовое дело, 2011. – №4. – С. 82 – 90.
2. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 678 с.
3. Зорина О.Я., Кудинов В.В. Система удаленного газомониторинга приустьевого пространства ликвидированных глубоких скважин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2012. – №8. – С. 26 – 28.
4. Инструкция о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устьев и стволов: РД 08-492-02: утв. Федеральным горным и промышленным надзором России от 22 мая 2002 г. № 22.
5. Кустышев А.В., Чижова Т.И., Кустышев И.А., Чабаев Л.У., Шенбергер В.М. Ликвидация скважин в условиях Крайнего Севера // Известия вузов. Нефть и газ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – № 6. – С. 59 – 64.
6. Султанов В.Г., Примаков Л.В. Проблемы качественного крепления нефтяных скважин при их строительстве и обеспечение в последующем их надежной ликвидации, консервации // Механизация строительства, 2014. – №7. – С. 44 – 48.

#### ЭКОЛОГИЯ И ТАФОНОМИЯ СРЕДНЕДЕВОНСКИХ РИФОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ (КАРЬЕР «КАМЕНЬ»)

Д.М. Бетчанов, Е.С. Водина

Научные руководители доцент И.В. Рычкова, доцент М.И. Шамина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Целью настоящих исследований стало воссоздание экологической обстановки осадконакопления девонского морского бассейна Колывань-Томской складчатой зоны.

Объектом изучения стали рифовые породы карьера «Камень» (рис. 1), который расположен в 50 км на юго-востоке от г. Томск на р. Щербак (рис. 2). Отложения относятся к митрофановской свите и по фауне кораллов, мшанок и

брахиопод имеют раннеживетский возраст среднего девона [2]. Этими отложениями начинается разрез сложнодислоцированных палеозойских пород Колывань-Томской складчатой зоны, входящей в состав Алтае-Саянской складчатой области.

Карьер «Камень» – это одно из немногих мест в Западной Сибири, где породы девона выходят на дневную поверхность. В настоящее время карьер представляет собой открытую горную выработку с размерами 350х620 м, в которой вскрыты серые, темно-серые, черные и светло-серые карбонатные породы [1].



Рисунок 1 – Карьер «Камень»

В центральной части карьера отмечается тектоническое нарушение, сопровождаемое трещиноватостью и дроблением пород, присутствием глинок трения. Породы в этой части карьера отличаются черными окрасками и повышенной битуминозностью. На некоторых участках по периферии карьера отмечается развитие карманообразных кор выветривания, характеризующихся интенсивным ожелезнением пород и развитием желваков лимонита. В центральных частях таких образований обнаружены выделения твердых черных битумов типа керитов.

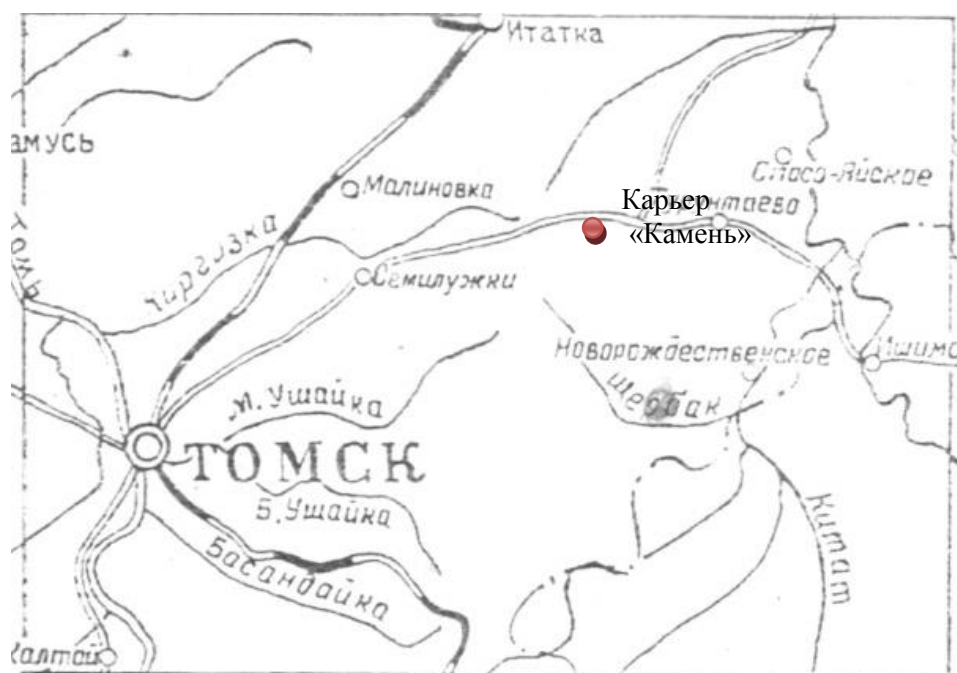


Рисунок 2 – Местоположение карьера «Камень»

Петрографические исследования позволили выделить три основные группы известняков:

1. Баундстоуны – светло-серые породы на отдельных участках перекристаллизованные (с укрупнением зерен), в которых встречаются обломки морской фауны: четырехлучевых кораллов, морских лилий и др. Редко встречается раковинный детрит (скелетная органика) в виде тонких изогнутых лент (в срезе шлифа).

2. Пакстоуны – серые породы микритовые пелоидные.

3. Мадстоуны – породы от темно-серых до черных, с очень слабой волнистой слоистостью, битуминозные. В породах встречаются микродизъюнктивы.

Более 90% пород сложено кальцитом, к участкам битуминизации приурочены единичные зерна доломита и кремнистых минералов (халцедона и кварца).

Породы, вскрытые карьером «Камень», представляют собой центральную часть рифа, о чем свидетельствует относительно «чистый» химический состав пород, обусловленный гидродинамическими условиями формирования органогенной постройки.

Риф – это массивное тело, выступающие или почти выступающие над поверхностью моря, который образован колониальными рифостроящими организмами. Риф образован преимущественно кораллами и мшанками, а также в рифообразовании принимали участие брахиоподы, серпулиды и водоросли. В палеозойских морях кораллы были широко развиты в теплых, а особенно в тропических морях, в мелкой и чистой воде соответствующей неритовой области. Они обитали при нормальной или почти нормальной солености воды, со средней годовой температурой не ниже 18° С и на глубине до 50–60 м. Лучше всего кораллы развивались у нижней границы максимальных отливов на глубинах от 3 до 10 м в воде, лишенной значительной терригенной мути. Вместе с тем, продукты разрушения биогенных рифов образовывались, начиная от поверхности моря до значительных глубин – вплоть до абиссальной области. Рифы широко распространены в ископаемом состоянии, и с ними связаны важные месторождения полезных ископаемых (нефти и газа).

К рифообразующим организмам карьера «Камень» относятся четырехлучевые кораллы – палеозойские одиночные и колониальные животные с известковым скелетом. Форма одиночных кораллов роговидная, цилиндрическая, призматическая; длина не более 25 см, в поперечнике 6 см.

Таким образом, северо-восток Колывань-Томской складчатой зоны в среднем девоне представлял собой мелководный нормально соленый морской бассейн, в котором шло формирование рифогенного массива.

Мелководность бассейна подтверждается наличием в породах водорослей, комплексов определенных ископаемых (коралловых полипов и брахиопод). Наряду с коралловыми полипами о нормальной солености мелководного морского бассейна свидетельствует и минеральный состав известняков, отличающихся практическим отсутствием карбонатов магния и сульфатов.

Вероятно, карбонатный массив представлял собой небольшую рифовую изолированную постройку, сложенную в настоящее время рифогенными известняками (бандстоун) (рис. 3).



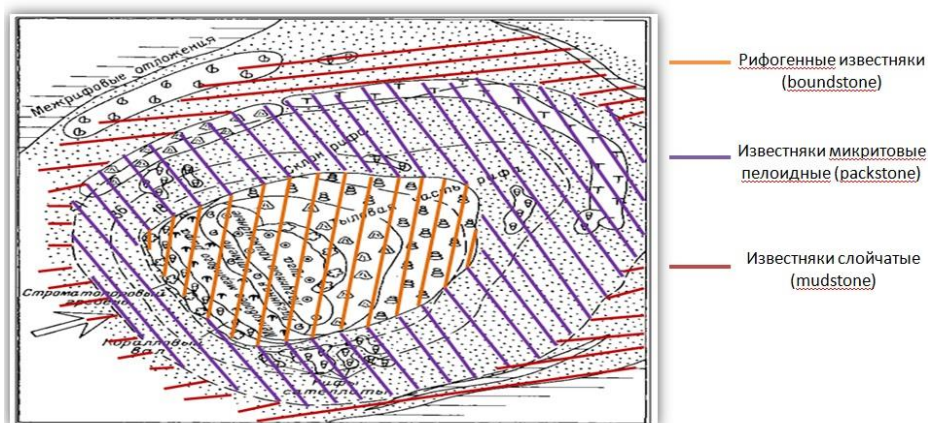


Рисунок 3 – Схема строения кораллового рифа

В предрифовой зоне образовывались микритовые пелоидные известняки (пакстоун). Формирование их осуществлялось в условиях полуизолированного мелководья на участках с умеренной гидродинамикой. Главные факторы образования – это приливно-отливные и волновые предзонные движения воды. В зарифовой зоне известняки (пакстоун) формировались в условиях спокойной гидродинамической обстановки ниже базиса действия волн, что позволяло выпадать в осадок и литифицироваться пелитоморфному карбонатному илу, который является основным породообразующим материалом.

#### Литература

1. Бойко Н.И. Об особенностях биогермного породообразования: Геохимия литогенеза: Материалы Российского совещания с международным участием. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014. – С. 171 – 172.
2. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – С. 84.
3. Практическая стратиграфия / Под редакцией И.Ф. Никитина, А.И. Жамойды. – Л.: Недра, 1984. – С. 187 – 195.

#### АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ ОСТАНОВОК НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Д.И. Борисов, Р.С. Быков**

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Бесперебойная поставка природного газа может быть реализована в условиях безаварийной эксплуатации оборудования, в частности – компрессорных станций. Тем не менее, статистика любого газотранспортного предприятия свидетельствует об аварийных остановках, анализ которых, позволяет в дальнейшем планировать комплекс технических работ и ряд мероприятий, направленных на снижение вероятности данного рода событий. В связи с вышеизложенным, выбранная тема исследования по анализу аварийных остановок на компрессорных станциях Томской области актуальна.



Цель работы: установление групп причин аварийных остановок (АО) электрических газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА), определение их весового вклада в общую статистику. Для реализации поставленной цели рассмотрим акты расследований АО электрических ГПА типа ЭГПА-4,0/8200-56/1.26-Р в период с 2001 по 2014 гг., эксплуатируемых на территории Томской области, принадлежащих ООО «Газпром трансгаз Томск». Нарботка ЭГПА за рассматриваемый период составила 882519 часов. При этом были зафиксированы 185 АО.

Все аварийные остановки ЭГПА были распределены, согласно методике [3], на 7 групп: 1) отказы в энергоснабжении; 2) отказы / сбои в работе электрооборудования; 3) отказы систем КИПиА; 4) механические повреждения; 5) несоблюдение правил техники эксплуатации (ПТЭ); 6) сбои в работе станционных систем; 7) отказы маслосистемы. Для статистической обработки полученных данных по АО было принято общее количество за 100% [1, 2, 4]. Исходя из рассчитанного, установлена следующая тенденция: 1) отказы в энергоснабжении составили 55,1 %; 2) отказы в работе системы КИПиА – 14,6 %; 3) сбои в работе электрооборудования – 13,5 %; 4) механические повреждения на компрессорных станциях, связанные с небалансом валов, вибрацией подшипников и других элементов – 10,8 %; 5) несоблюдение правил технической эксплуатации – 3,8 %; 6) неисправности по станционным системам – 1,6%; 7) неисправности по маслосистемам 0,5 % (рис. 1).

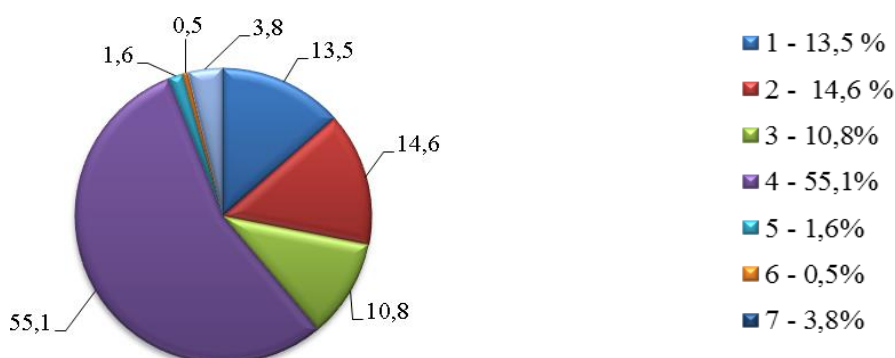


Рисунок 1 – Распределение аварийных остановок за период эксплуатации компрессорных станций с 2001 по 2014 гг.: 1 – отказы / сбои в работе электрооборудования; 2 – отказы в системе КИПиА; 3 – механические повреждения; 4 – отказы в энергоснабжении; 5 – сбои в работе стационарных систем; 6 – отказы маслосистемы; 7 – несоблюдение ПТЭ

Распределение динамики всех АО по годам приведено на рисунке 2, из которого следует, что с 2001 по 2003 гг. был зафиксирован стабильный рост АО с 4,3 до 14,1 % от общей динамики аварийности, который обусловлен ухудшением технического обслуживания ЭГПА в газотранспортной системе. Максимальные значения АО характерны в 2003, 2004 и 2005 гг. и составляют 10,3–15,7%. Полученные данные отражают отрицательное влияние на устойчивый режим эксплуатации в большей степени по причине увеличения сбоев в энергоснабжении.

Начиная с 2005 по 2007 гг. снижение количества АО было обусловлено тем, Предприятие приняло на работу новых специалистов по ремонту ЭГПА, требующих дополнительного времени для повышения соответствующего уровня квалификации. Временное увеличение аварийности в период с 2007 по 2010 гг. произошло из-за

увеличения количества скачков напряжения, вызывающих отключение ЭГПА защитой двигателя.



Рисунок 2 – Динамика аварийных остановок ЭГПА в зависимости от временных периодов эксплуатации

Согласно полученным данным, на Предприятии был проведен технико-экономический анализ АО, который позволил составить план предупреждения возникновения АО с учетом вышеуказанных факторов, что положительно отразилось на уменьшении количества АО с 2010 года. Вероятность событий данного рода снизилась.

**Вывод.** Проведенная на Предприятии оценка причин АО стала одним из важных этапов в управлении рисками на трубопроводном транспорте природного газа, о чем свидетельствуют комплексные результаты оценки причин АО и принятые на их основе управленческие решения (табл. 1).

Таблица 1

*Результаты анализа аварийных остановок*

Годы эксплуатации	Причины АО	Решение
2001–2003	Ухудшение технического обслуживания ЭГПА в газотранспортной системе	Оптимизация трудоемкости и затрат на техническое обслуживание
2003–2005	Увеличение сбоев в энергоснабжении	Развитие газотурбинных технологий для получения альтернативной электроэнергии на газотранспортном предприятии
2005–2007	Недостаточное количество специалистов в сфере обслуживания и ремонта ЭГПА	Принятие на работу новых специалистов по ремонту ЭГПА
2007–2010	Увеличение количества скачков напряжения, вызывающих отключение ЭГПА защитой двигателя.	Развитие газотурбинных технологий для получения альтернативной электроэнергии на газотранспортном предприятии
2010–2014	Отсутствие оптимального комплекса организационных и технологических мероприятий по обслуживанию и ремонту ЭГПА	Выработан комплекс мер, направленный на снижение вероятности данного рода событий

Литература

1. Идентификация неисправностей газоперекачивающих агрегатов по функциональным признакам /Семенов А.С. и др. // Нефть и газ. Новые технологии в системах транспорта: сб. науч. тр. ТюмГНГУ. – Тюмень, 2004. – С. 69 – 74.
2. Парфенов А.В., Чухарева Н.В., Громаков Е.И., Тихонова Т.В. Определение факторов аварийности газоперекачивающих агрегатов на примере эксплуатации компрессорных станций Западно-Сибирского региона // Нефтегазовое дело, 2013. – №. 3. – С. 374 – 385.
3. Чухарева Н.В., Рудаченко А.В., Ревазов А.М., Дмитриренко В.В. Динамика аварийности объектов магистральных трубопроводов, эксплуатируемых на территории Сибирского и Дальневосточного регионов // Управление качеством в нефтегазовом комплексе, 2012. – №. 2. – С. 35 – 38.
4. Чухарева Н.В., Тихонова Т.В., Миронов С.А. Прогнозирование аварийных ситуаций и повреждений магистральных газопроводов // Нефтегазовое дело, 2012. – №. 3. – С. 99 – 107.

**К ВОПРОСУ НИВЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НЕФТЕДОБЫЧИ КАК  
ИНСТРУМЕНТА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

**В.Е. Бухарина**

Научные руководители профессор Э.Г. Матюгина, доцент О.В. Пожарницкая  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ориентация национальных экономик на использование традиционных энергоносителей способствует приобретению нефтедобывающей отрасли статуса стратегически значимой, обеспечивающей непрерывность функционирования производства (устойчивость хозяйствования в аспекте поддержания воспроизводственных процессов). В то же время рассматриваемая деятельность оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды, провоцируя возникновение экологических рисков и способствуя формированию соответствующей потребности, настоятельность удовлетворения которой в текущий период и на перспективу так же выступает критерием устойчивого развития (в аспекте качества среды обитания).

Таким образом, речь идет об уникальном положении нефтедобычи: с одной стороны, она играет значимую роль в экономике – около 20% ВВП, 25% объема инвестиций в основной капитал (данные приведены до падения цен на нефть) и т.д. [4]; с другой – наносит существенный экологический ущерб (например, только с морских буровых установок, стационарных платформ на шельфе и танкеров, перевозящих нефть, в море попадает более 1,6 млн. т в год [1]). Это обуславливает настоятельность экологизации производства, основанной на выявлении источников риска, классифицируемых по месту их возникновения, как внешние и внутренние с последующей детализацией последних: их «привязки» к конкретным стадиям и этапам производства (разведка, разработка месторождений, добыча и транспортировка нефти) и объекту воздействия (атмосфера, водные, земельные ресурсы, биоразнообразие). Кроме того, в зависимости от содержания реализуемые меры могут быть классифицированы как направленные на:

- устранение последствий хозяйствования;
- текущие (сопровождают производство);

- упреждающие.

Недостаточность ассимиляционного потенциала территории для компенсации негативного воздействия производства, вызванная в т.ч. его масштабами, создает предпосылки не только идентификации рисков, но и определения количественных характеристик воздействия (нормирование).

Необходимость соблюдения экологических регламентов как условия хозяйствования сопровождается изменением подходов к распределению ресурсов не только непосредственно внутри производства, но и в региональной (и национальной) экономике. Например, компанией «Томскнефть» ВНК построен новый полигон ТБО на Васюганской группе месторождений, начата эксплуатация полей биодegradации на Вахе, реализуется программа по демонтажу законсервированных штанговых глубинных насосов [3].

На национальном уровне это означает формирование нового сегмента экономики, который будучи следствием внедрения экологических регламентов в хозяйствование, генерирует новые способы управления экологическими рисками, обуславливая в ряде случаев пересмотр первых.

В зависимости от отношения компании к соблюдению требований по воздействию производства на среду обитания можно выделить следующие типы поведения:

- игнорирование (обосновано при достаточности ассимиляционного потенциала территории или же нелегитимном ведении дел);
- соблюдение имеющихся регламентов;
- реализация мер опережающего характера, позволяющих наилучшим образом соответствовать имеющимся стандартам и даже ликвидировать потенциальную возможность возникновения риска. Так, НПЗ «Газпром нефти» за год до требуемого срока, освоили выпуск топлива IV экологического класса [2].

Последний вариант означает понимание и принятие предприятием ответственности за качество среды обитания, здоровье населения не только (и не столько) под влиянием существующих стандартов и нормативов, но и с учетом заботы о будущих поколениях. Это выступает своего рода индикатором реализации концепции устойчивого развития и формирования экологоориентированного имиджа компании. Например, компанией «Томскнефть ВНК» установлены экраны безопасности, фиксирующие количество дней без аварий, несчастных случаев.

Таким образом, обеспечение устойчивого развития проявляется в следующих аспектах управления экологическими рисками:

- включение экологического компонента в производство с последующим его доминированием в принятии хозяйственных решений;
- определение природы рисков, разработка системы стандартов с целью придания управляющему воздействию свойства адресности;
- становление и развитие сегмента, специализирующего на упреждении / смягчении техногенного давления на среду обитания, выступающего следствием и источником трансформации экологических требований;
- реализация поведения, соответствующего экологическим нормам или же опережающего их, отражающего степень заинтересованности в управлении экологическими рисками (формируемую мерами как ограничительного, так и стимулирующего характера);
- формирование экологоориентированного имиджа, означающего рутинизацию поведения субъектов.

Литература

1. Воздействие объектов нефтегазового комплекса на водную среду [Электронный ресурс]. URL: <http://www.neftyanik-school.ru/studentam/uchebnyekursy/course/15/21?start=4>.
2. Регламентное опережение [Электронный ресурс] <http://pda.gazprom-neft.ru/sibneft-online/archive/200/882265/>.
3. Томская нефть (Стрежевой). – №7. – 18.02.2012. [Электронный ресурс]. URL: <http://refdb.ru/look/2905730-p23.html>.
4. Эдер Л.В., Филимонова И.В., Проворная И.В., Немов И.Ю. Основные проблемы инновационного развития нефтегазовой отрасли в области добычи нефти и газа // Бурение и нефть. – апрель 2014 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://burneft.ru/archive/issues/2014-04/3>.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ШЛАМОВЫХ  
АМБАРОВ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Е.С. Ваганова**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Территория деятельности нефтегазового комплекса западной Сибири подвергается негативному воздействию многочисленных техногенных факторов. Одним из таких факторов является использование в процессе бурения такого объекта, как «шламовый амбар». Шламовые амбары, это копаные ямы, расположенные в пределах буровых площадок.

Они заполняются такими отходами бурения, как: буровые растворы, раздробленная при бурении горная порода, глина, цемент, с определенной примесью атмосферного воздуха и природных вод. Подобные отходы относятся к IV классу токсичности и подлежат захоронению, которая обычно заключается в засыпке шламовых амбаров почвогрунтами. При этом консервируются отходы процесса бурения, и в дальнейшем необходимо проводить почвосстановительные работы. При этом, обычно на таких рекультивированных участках наблюдается деградация растительного покрова (рис. 1).

В настоящее время разработана методика проведения рекультивационных работ [1], заключающаяся в высадке ивовых черенков на обеих сторонах обваловки шламовых амбаров. Такие посадки, укоренившись, удерживают почву от разрушения ветровой или водной эрозией. В последующем происходит постепенный процесс замещения ив на осину, березу, сосну, кедр и ель.

Для активизации описанного процесса производится посадка у уреза воды в основании откосов обваловок этих процессов у уреза воды в основании откосов обваловок таких растений, как рогоза (*Typha latifolia*), которая обеспечивает лучшее последующее прорастание древесных и травянистых растений в результате создания в почвах органического горизонта из отмерших частей этого растения (рис. 2).





Рисунок 1 – Дegradация растительного покрова на песках, в месте ликвидации шламового амбара [1]



Рисунок 2 – Ивы и рогоза у кромки воды на месте рекультивируемого шламового амбара [1]

Повышенные формы рельефа при применении такой последовательности почвовосстановительных работ постепенно зарастают древесной растительностью, такой как сосны, кедр, осины, березы (рис. 3).



Рисунок 3 – Ивы и сосна на месте проведения рекультивационных работ [1]

Таким образом, применение при рекультивационных работах на шламовых амбарах ивы и рогоза привели к формированию почвенного горизонта, обогащенного органическим веществом с последующей заменой ивы хвойными и другими древесными породами.

#### Литература

1. Седых В.Н. Естественное возобновление леса на отходах бурения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесостроительство, управление недвижимостью»: сб. материалов в 4 т.– Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – Т. 4. – С. 114 – 120.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕПРОВОДОВ ЗАПАДНОЙ  
СИБИРИ**

**А.В. Владимирова**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В современных условиях при постоянном увеличении протяженности нефтепроводов, по которым нефть Западной Сибири транспортируется в другие регионы страны, наиболее важным фактором экологической безопасности этого удобного для промышленности метода перемещения товарных ресурсов являются вопросы недопущения возникновения аварийных ситуаций (рис. 1).

Так как добыча нефти производится в районах малозаселенных и экологически ранимых, любая авария на нефтепроводе может привести к очень тяжелым экологическим последствиям. Для устранения этой угрозы необходима разработка и внедрение в производственный процесс новых перспективных технологий.

Наиболее остро в условиях Западной Сибири при эксплуатации нефтепроводов стоит проблема растущих в зоне безопасности трасс деревьев, кустарников и высоких травостоев. Эта проблема решается или простым уничтожением появившихся растений механическим способом путем их удаления, или более перспективным химическим способом.

Особенностью функционирования нефтепроводов является заболоченность северных территорий России, которая составляет около 40%, и залесенность территорий, достигающая 60%. Среди древостоя преобладают такие хвойные деревья, как кедр и сосна.

В пределах северных районов на притрассовых территориях формируются заросли молодняка ив, осин и берез, которые за 5–7 лет достигают высоты в 3–6 метров (рис. 2).

В связи с этим встает вопрос о необходимости очищать трассу от этого прироста не реже, чем раз в десять лет.



Рисунок 1 – Идеальная картина отсутствия залесенности [1]



Рисунок 2 – Лесной пожар возле нефтепровода [1]

Южные территории Западной Сибири в летний период, даже после удаления надземной части растений, из-за сохранившейся корневой системы, древостой восстанавливается усиленными темпами, и за период летнего роста растений, они могут вновь вырастать до 1,5–2,0 м в высоту.

Удаление древостоя бульдозерной техникой сопровождается уничтожением или деградацией гумусового горизонта почв, при проведении данного вида работ формируются валы, которые в дальнейшем также активно зарастают деревьями.

Применение в ряде зарубежных стран химических способов борьбы с древостоем является перспективным направлением, но в настоящее время на территории РФ такой метод используется только в 2% случаев, когда за рубежами нашей страны достигает 20%.

Данное направление улучшения методов эксплуатации трубопроводов весьма перспективно и заслуживает дальнейшего более активного применения.

#### Литература

1. Воробьев В.Н., Кармазин А.У., Воробьева Н.А., Дюкарев А.Г., Николаева С.А. Безопасные методы очистки трасс газо- и нефтепроводов в Западной Сибири [Электронный ресурс]. URL: <http://www.roman.by/r-77232.html>.
2. Мартынов А.Н., Красновидов А.Н., Фомин А.В. Применение Раундапа в лесу. – Спб.: СПбНИИЛХ, 1998. – 148 с.

### ТЕХНОГЕННЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**З.А. Ганбарли**

Научный руководитель доцент Т.Г. Перевертайло

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нефть является природным продуктом, попадающим в биосферу всегда естественным путем. Нефть не является загрязнителем в естественном углеродном цикле. Собственно загрязнение можно считать тогда, когда в окружающую среду поступают вещества в таком количестве, которое выводит экосистему из состояния равновесия и приводит к отрицательным последствиям. Отсюда можно сделать вывод, что загрязнителем может быть даже чистая вода, если ее в экосистеме слишком много по отношению к норме.

Проблема состоит в том, что нефть в очень больших объемах распространяется далеко за пределы промыслов, на которых она добывается, и отходы ее использования нередко проникают в почву, воздух и воду. Огромный урон природе наносит, к примеру, потеря нефтепродуктов при их транспортировке. До недавнего времени допустимым принимали, что до 5% теряется при хранении и транспортировке от всей добычи естественным путем.

Это говорит о том, что в год в окружающую среду поступает до 150 млн. т нефти. При этом в эту цифру не входят различные катастрофы с танкерами или нефтепроводами [1].

Это все естественно сказывается на природе негативно. Такими своими действиями человек ставит природу на грань биологической катастрофы, которая еще большим комом вернется ему самому.

В последнее время большое внимание уделяется и техногенным землетрясениям. Существуют техногенные (индуцированные, наведенные) тектонические движения, которые относятся к геодинамическим явлениям. Такие процессы, которые напрямую связаны с разработкой месторождений, наблюдаются

во многих нефтегазовых бассейнах. Причинами таких сильных геодинамических событий служит нескольких факторов, а именно:

- длительный интенсивный отбор углеводородов, который приводит к изменению поля напряжений в резервуаре и его окрестности: например, на месторождениях газа сейсмоактивность наступает раньше (через 2-16 лет), на нефтяных месторождениях – позже (через 7-30 и более лет);

- мощные тектонические напряжения, девиаторная составляющая которых реагирует сильными откликами даже на мелкие воздействия техногенного характера (отбор – закачка жидкости); техногенные сейсмособытия с очагами в пределах резервуаров углеводородов не превышают по магнитуде 3,5 баллов;

- физико-механическая неоднородность продуктивного пласта, вмещающих пород и покрывки.

Также, например, наличие различно-ориентированных современных разломов в региональном поле напряжений, также очаги землетрясений вне резервуаров углеводородов, контролируемые разломами, имеющие сдвиговые деформации и характеризующиеся большой магнитудой, порядка 5,0 баллов [3].

В таблице приведены различные примеры техногенных землетрясений, которые произошли на месторождениях нефти и газа.

Таблица 1

*Параметры реальных техногенных землетрясений  
на месторождениях нефти и газа*

Название месторождения	Начало регистрации сейсмичности / разработки	Глубина залежи, м	Глубина очага землетрясения, м	Магнитуда
Месторождение Лак (газовое, Франция)	1969 / 1957	3500-4500	2500-3500	4,2 (около 1000 за 10 лет)
Месторождение Gobles (нефтяное, Канада)	1979 / 1960	880	900	3,5 (480 за 5 лет)
Месторождение Cogdel (нефтяное, США)	1974 / 1949	2100	1900-2100	4,7 (20 за 11 лет)
Месторождение Wilmington (нефтяное, США)	1947 / 1926	760-1830	500	3,9
Месторождение Долина (нефтяное, Украина)	1976 / 1950	2500	2500-300	6,0 (более 100 в 1976 г.)

В современном мире, нефтяные компании разрабатывают свои месторождения и не задумываются о тех последствиях, которые могут быть. В некоторых случаях при разработке месторождений могут происходить индуцированные землетрясения. При интенсивном отборе флюидов, а также при интенсивной закачке в пласт жидкости могут возникать сейсмические события. Техногенные сейсмические события с очагами магнитуды в продуктивной толще до 3,5, а с очагами ниже или выше пласта – порядка 4,5. Так, в 1971 г. на Старогрозненском месторождении произошло землетрясение в 7 баллов с глубиной



очага в 2,5 км в присводовой части залежи. Через несколько часов произошло очередное землетрясение в 5 баллов, которое зарегистрировали на глубине 5 км. В 1986 г. на территории месторождения Ромашкинское зарегистрировано 15 землетрясений с очагом до 10 км и силой в эпицентре в 5–6 баллов [2].

Положение очагов техногенных землетрясений определяется разломами, которые предрасположены к сдвиговым деформациям. Спустя 15-20 лет после начала разработки месторождения, можно очень часто наблюдать поверхностное разломообразование, которое имеет большую разрушительную силу по отношению к объектам обустройства нефтегазовых промыслов. При этом поверхностные трещины проникают на глубину до нескольких сотен метров, при этом протяженность поверхностных разрывов составляет десятки километров [2].

Вышезалегающие горные породы давят на продуктивный пласт еще до начала разработки месторождения. Давление внутри пор залежи противостоит части горного давления. Далее, давление в пласте в процессе разработке значительно уменьшается, из чего следует уменьшение эффективного модуля деформации продуктивного пласта.

В результате изменяется напряженно-деформированное состояние вышележащего массива, продуктивного пласта и подстилающих пород. Порода-коллектор под действием общего веса вышележащего массива дает просадку, которая постепенно передается на дневную поверхность.

Большое количество оседаний земной поверхности можно наблюдать на десятках разрабатываемых месторождений. На многих из них осадки земной поверхности достигают нескольких метров. На нефтяных месторождениях в Венесуэле в районе озера Маракайбо поверхность опускается до 4 м с сопровождением образовавшихся множество трещин глубиной в пару метров и шириной в несколько десятков сантиметров.

Из различных исследований можно сделать вывод о том, что при сжатии соседних пород осадка земной поверхности может превышать осадку продуктивного пласта. Оседание может увеличиться вследствие эмиграции флюидов из смежных пластов-неколлекторов. Наибольшие проседания видны над участками залежи с высокими коллекторскими свойствами и наибольшими коэффициентами извлечения нефти. При этом деформации инженерных сооружений происходят за счет больших горизонтальных смещений почвы [4].

Общее техногенное воздействие на землю десятков разрабатываемых месторождений в Казахстане, включая такие крупные, как Тенгиз и Кашаган, может привести к техногенным землетрясениям и большому осадению поверхности суши и морского дна Каспийского моря.

Месторождение Тенгиз, расположенное на северо-восточном побережье Каспийского моря, является самым глубоким из освоенных нефтяных месторождений. Оно открыто в 1979 г. Запасы нефти данного месторождения более 3 млрд. т. Нефтяной пласт залегает на глубине более 4 тыс. м от поверхности, мощностью до 1610 м и площадью месторождения до 350 км<sup>2</sup>. Риск навредить экологии при разработке месторождения возрастает из-за того, что закачивается насыщенный сероводородом попутный газ под высоким давлением обратно в продуктивный горизонт. В

ыполнив расчёты, можно увидеть, что вызывает достаточное осадение земной поверхности разработка даже малого участка месторождения. При этом разработка всей площади месторождения, находящегося по соседству с Каспийским



морем, может вызвать осадку окружающей территории промысла в несколько метров с последующими отрицательными последствиями [5].

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что поверхностные и глубинные разломы, горизонтальные сдвиги и осадки, массовые локальные сейсмические процессы, а также различного рода происшествия на промыслах так или иначе связаны с изменением напряженно-деформированного состояния земли, которые вызваны разработкой того или иного месторождения и глобальными процессами.

Исходя из этого, разработку крупных нефтегазовых месторождений нужно проводить с большой осторожностью.

Все это делать можно только после экологической и технической оценки риска, при этом нужно учитывать последствия, которые в дальнейшем, возможно, навредят всем промышленным объектам и населенным пунктам в регионе.

Следует помнить, что именно мы делаем завтрашний день и соответственно от нас зависит состояние всего живого и неживого.

Все проблемы охраны окружающей среды должны выйти на государственный уровень проблем в любом государстве. Ресурсы биосферы, минеральные ресурсы Земли должны использоваться рационально и бережное отношение ко всей природе – вот что может спасти живую среду и все человечество в целом [5].

#### Литература

1. Агесс П. Ключи к экологии. – Л.: Гидрометеиздат, 2004. – 96 с.
2. Батлук В.А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды: Учебное пособие. – Львов: Изд-во Афиша, 2001. – 326 с.
3. Берчатова А.А., Петрова Е.Ю. Экологические проблемы нефтяной промышленности: Учебное пособие. – Тюмень, 2007. – 67 с.
4. Гирусова Э.В., Лопатина В.Н. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 529 с.
5. Интернет ресурсы: БАШНЕФТЬ: «Я хочу стать нефтяником». Воздействие нефтегазовых объектов на окружающую среду. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.neftyanik-school.ru/studentam/uchebnye-kursy/course/15/21?start=6>.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБ ПО ИТОГАМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Т.А. Герасина

Научный руководитель доцент А.Г. Зарубин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Свойствам полиэтиленовых труб уделяется большое внимание из-за низкой стоимости, легкого веса, простоты технологии монтажных и сварочных работ, отсутствия необходимости дополнительной изоляции, долговечности материала и устойчивости к внешним воздействиям (особенно в агрессивных средах) [1, 5]. Полиэтиленовые трубы находят широкое применение для решения задач при строительстве и эксплуатации объектов транспорта нефти и газа с учетом ресурсоэффективности и экологичности [5]. Поэтому существует необходимость исследования эксплуатационных параметров полиэтиленовых труб, к которым можно отнести устойчивость к коррозионному воздействию внешней среды, а также

к физическим факторам [1, 2, 3]. Для решения подобных задач можно использовать метод ИК-спектроскопии, который позволяет выяснить физико-химические свойства полимерных материалов посредством решения прямых и обратных задач анализа спектров [6]. К решению прямой задачи для ИК-спектроскопии относится анализ и предсказание вида инфракрасного спектра вещества, исходя из знаний о его строении, составе и свойствах. Обратная задача позволяет определить характеристики, состав, свойства вещества – анализа по спектральным данным – параметров его ИК спектров [6].

Целью данной работы является исследование состава полиэтиленовых нефтепромысловых труб по итогам эксплуатации и сравнение состава и свойств веществ двух полиэтиленовых труб.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- Выбрать спектры по результатам исследования с характерными участками.
- Определить по спектру наличие функциональных групп полиэтиленового материала.

В качестве объектов были взяты и исследованы на ИК-спектрометре двенадцать образцов двух типов полиэтиленовых труб. Первый тип образцов – защитная оболочка нефтепромысловой полиэтиленовой трубы, соответствующая марке ПВД 153-10к в соответствии с ГОСТ 16336-77 [3]. Второй тип образцов – газовая труба ПЭ100 в соответствии с ГОСТ Р 50838-09 [4]. Все образцы исследовали на ИК-спектрометре “Nicolet IS10”, что позволило определить функциональные группы труб и сравнить их состав и свойства.

В ходе исследования образцов выделили четыре характерных пика при 716, 1471, 2850 и 2927  $\text{см}^{-1}$ . Эти пики характеризуют наличие гетероциклических соединений, таких как тиофены, а также пиридины и хинолины (при волновом числе 716  $\text{см}^{-1}$ ) и функциональные группы  $-\text{CH}_2-$  (соответственно при волновых числах 1471, 2850 и 2927  $\text{см}^{-1}$ ). Для газовой трубы ПЭ100 было выявлено наличие таких же функциональных групп, а также присутствие дублета группы  $(\text{CH}_2)_x$  с волновым числом 716  $\text{см}^{-1}$ . Что может свидетельствовать об изменении структуры полимера в процессе длительной эксплуатации за счет потери маятниковых колебаний  $\text{CH}_2$ .

Метод ИК-спектроскопии был применен для двух полиэтиленовых труб. Обработка результатов показала, что эксплуатация нефтепромысловой трубы на Васюганском водоразделе в течение 9 лет повлияла на физико-химические свойства полиэтилена. Необходимо отметить, что метод определения на ИК-спектрометре может применяться для различных полимерных материалов, что может позволить определить физико-химические характеристики полиэтиленовых труб по итогам эксплуатации.

#### Литература

1. Leever P. An engineering model for rapid crack propagation along fluid pressurized plastic pipe / Patrick Leever / Engineering Fracture Mechanics–96, 2012. – С. 539 – 557
2. ГОСТ 16336-77. Композиция полиэтилена для кабельной промышленности. – М.: ИПК издательство стандартов, 1979. – 24 с.
3. ГОСТ Р 50838-09. Трубы из полиэтилена для газопроводов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 55 с.

4. Горошевский А.В. Взаимодействие почвы и подземных трубопроводов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биологических наук (03.00.27) / Горошевский Андрей Валерианович; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. – М., 2005. – 116 с.
5. Данзанова Е.В. Сварка полиэтиленовых труб для газопроводов при естественно низких температурах: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. технических наук (05.02.10) / Данзанова Елена Викторовна; Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения РАН. – М., 2012. – 143 с.
6. Методы оптической спектроскопии: методическое пособие / О.А. Федорова, И.И. Кулакова, Ю.А. Крутяков и др. – М.: Изд-во МГУ, 2015. – 117 с.

#### НЕФТЯНЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МХА

Т.А. Гесс, А.С. Пименова, Е.В. Дудик

Научный руководитель доцент О.В. Ротарь

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Среди методов, успешно применяющихся для ликвидации нефтяных разливов с поверхности воды, сорбционная очистка является одним из наиболее эффективных способов [1].

Внимание заслуживают природные волокнистые материалы, солома, шелуха злаков, отходы переработки льна, опилки, торф. Особое место занимает целлюлоза, поскольку является основным компонентом растительных материалов. Перспективным материалом является природный сорбент торфяной мох (*Sphagnum Dill.*) – беловато-зеленый мох («белый мох»), растущий на всех болотах с бедными почвами. По данным [1] среднее процентное массовое содержание основных органических компонентов в остатках мха на сухое вещество составляет: 3–10 % золы, 45–85 % углеводов, 5–10 % белков и 5–10 % липидов.

Гидрофильность сорбента способствует тому, что вода легко сорбируется в структуре материала, в то время как нефть удерживается на поверхности сорбента за счет адгезионных сил. Большое количество и разнообразие активных функциональных групп (СООН, ОН и др.) в твердых компонентах мха (особенно в гуминовых веществах) обуславливают высокую его сорбционную и ионообменную способность. Гидрофобными составляющими частями сорбентов являются битумы мха.

В данной работе исследовались процессы адсорбции нефти на природных адсорбентах растительного происхождения: торфяного мха (*Sphagnum Dill.*), произрастающего в России и *Nature Corby* и *Spilcorb*, произведенного в Канаде.

Сравнение эффективности сорбции объектов исследования проводилось по следующим показателям: нефтеемкость, плавучесть, степень перехода углеводородов в воду, водопоглощение. Полученные результаты сведены в таблицу 1.

*Sphagnum Dill* отличаются ограниченной нефтеемкостью по сравнению с полипропиленовым волокном [2], но высокой плавучестью. Недостатком сорбентов является значительное водопоглощение, что приводит к потере плавучести сорбента.

Наиболее эффективными адсорбентами органических соединений из водных растворов являются гидрофобные материалы, адсорбция на которых обусловлена преимущественно дисперсионными силами.

Таблица 1

Основные характеристики сорбентов

№п/п	Сорбент	HE, г/г	ВП, г/г	Плавуемость, ч
1	Nature Corby	12,5	11,3–12,5	48
2	Spilcorb	15,7	12,4–13,0	48
3	Sphagnum Dill	5,8	3,1–4,2	96
4	ПП волокно	12 -40	1– 6	24

Поэтому нами была проведена гидрофобизация адсорбента двумя способами.

*Первый способ* – химическая модификация целлюлозы, входящей в состав мха. В элементарном звене целлюлозы содержится три гидроксильные группы. Синтез сложных эфиров целлюлозы этерификацией гидроксильных групп проводился ангидридом уксусной кислоты в кислой среде (15% серной кислоты от веса мха). Методом последовательной экстракции выделяли карбоксиметилцеллюлозу и анализировали. Появление полосы поглощения при 1730 см в ИК-спектре свидетельствует о наличии ацетатной группы, одновременно происходит уменьшение интенсивности полосы 3400 см, соответствующей гидроксильной группе. По содержанию связанной уксусной кислоты 38% определили степень замещения гидроксильных групп – 1,4. Следовательно, степень этерификации составляет 140. Повышение гидрофобности сорбента увеличивает плавуемость его в три раза.

*Второй способ* повышения гидрофобизации заключался в термической обработке мха при температурах от 100° С до 400° С.

Степень обугливания определяли по формуле:

$$R = C^t / C_0 * 100 \%,$$

где  $C_0$  и  $C^t$  – масса мха до и после карбонизации.

Разницу степени обугливания определяли как:  $\Delta R = 100\% - R$ .

Для оценки адсорбционной активности мха использовали стандартную методику (ГОСТ 4453-74), в которой за меру активности принимается количество красителя метиленового голубого, поглощенного из раствора навеской активированного угля.

Концентрация МГ в растворе до и после адсорбции определяется на приборе Evolution-201. Сорбентом, показывающим отличные результаты, является, безусловно, активированный уголь, использование которого экономически не выгодно для очистки водных поверхностей большой площади. Однако основным недостатком активированного угля является его низкая плавуемость. Высокой плавуемостью обладает сорбент, полученный низкотемпературной карбонизацией мха, и ацетилованный мох.

Таким образом, установлено, что высокой сорбционной емкостью обладает мох, подвергнутый карбонизации при 200–250° С и модифицированный уксусной кислотой. Предложенные сорбенты способны увеличить эффективность очистки водных поверхностей до остаточного содержания нефти в воде (менее 0,03 г/л). С увеличением степени обугливания сорбента возрастают показатели его технической эксплуатации. При дальнейшем увеличении степени обугливания изменения

значения нефтеемкости не наблюдается. Полученные сорбенты отличаются хорошей плавучестью, нефтеемкостью и малой скоростью осаждения. Сорбенты содержат большое количество пор, развитую клеточную структуру, поэтому способны хорошо впитывать нефтепродукты и надолго их удерживать. Являясь по природе хорошим адсорбентом углеводородов, мох исключает процессы их десорбции, а, следовательно – и вероятность вторичных загрязнений.

#### Литература

1. Артемьев А.В., Пинкин А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтезагрязнений // Вода: химия и экология, 2008. – №1. – С. 19 – 25.
2. Ротарь О.В., Искрижицкий А.А., Искрижицкая Д.В. Cleanup of water surface from oil spills using natural sorbent materials // Procedia Chemistry, 2014. – Vol. 10. – P. 145 – 150.
3. Сомин В.А. Способ получения сорбционного материала // Патент на изобретение РФ №240580, 2012.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

А.М. Горшков, К.С. Султанова

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Остаточные запасы нефти в России позволят лишь в течение ближайших 15-20 лет обеспечивать запланированную добычу в 525 млн. т. («Энергетическая стратегия России на период до 2030 года»), после чего неизбежно произойдет её резкое падение до 200–250 млн. т в год.

А к 2030–2035 гг. Россия не сможет не только экспортировать нефть, но и обеспечивать ею свои внутренние потребности [2, 3]. Поэтому актуальным является вопрос выработки остаточных запасов месторождений и поиска новых нетрадиционных источников углеводородов (УВ).

Большой потенциал нетрадиционных ресурсов углеводородов в мире реализован в сланцевых формациях, представленных трещиноватыми и низкопроницаемыми коллекторами, содержащими газ (извлекаемые запасы газа по 32 странам составляют 187,5 трлн. м<sup>3</sup>) и легкую нефть (извлекаемые запасы составляют 2,8–3,3 трлн. баррелей) [4]. Огромный вклад по внедрению эффективных технологий добычи нефти и газа из таких формаций в промышленную эксплуатацию внесли США. Так, впервые на месторождении Barnett была применена технология комбинирования наклонно-направленного бурения скважин с протяженными горизонтальными участками и гидравлического разрыва пласта (ГРП), которая положила начало масштабной добыче газа из сланцев. Однако широкое применение ГРП повлекло за собой серьезные экологические проблемы, в результате которых данная технология была запрещена в ряде отдельных штатов США, Канаде и некоторых странах Европы.

Цель данной работы – провести анализ способов разработки трудноизвлекаемых ресурсов УВ, а также выявить возможные экологические риски при их освоении.



С разработкой сланцевого газа связано большое число экологических проблем. При добыче газообразных УВ закачивается большой объем химического реагента, позволяющего за счет имеющихся в составе поверхностно-активных веществ десорбировать газ с поверхности сланцев и высвободить большой объем метана. Из-за прорывов жидкости ГРП и метана через экранирующие породы, деформированные в результате многостадийных ГРП, происходит загрязнение грунтовых вод, в том числе и источников питьевой воды. Сланцевый газ вместе с химикатами просачивается на поверхность через почву, загрязняя при этом грунтовые воды, плодородный слой и воздух. Из-за разливов химикатов или отработанных жидкостей на поверхность загрязняется почва и близлежащие водоемы. При добыче и использовании сланцевого газа значительно выше выбросы парниковых газов, нежели при добыче традиционных ресурсов УВ, что негативно сказывается на климате. Стоит отметить, что добыча сланцевого газа приводит к изменению ландшафта. Также возможна утечка метана и жидкости разрыва для ГРП из-за аварии или негерметичности колонн в скважинах.

В зависимости от соотношения в горной породе жидкой (легкая нефть) и твердой фазы (керогена) углеводородов и рентабельности добычи отдельных компонентов предусматривают различные способы разработки сланцевой нефти. При добыче легкой сланцевой нефти проявляются все экологические проблемы, присущие и добыче газа. В настоящее время в зарубежных странах активно начинают применять инновационные технологии по добыче нефти из керогеносодержащих пород. В основе большинства способов лежит метод внутрислоевого пиролиза керогена горением, либо нагревом с помощью агентов теплоносителей (газа, пара и т.д.). Так, на данный момент проходят апробацию инновационные технологии, разработанные компаниями Exxon Mobil «ExxonMobil Electrofrac», Shell «Shell ICP», Chevron «Chevron in-situ process», AMSO «AMSO EGL Technology» и др., позволяющие достичь более 90% выхода нефти на поверхность [4]. Стоит отметить, что основным недостатком данных технологий являются значительные выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу при добыче и переработке сланцевой нефти, что оказывает существенное влияние на климат.

В России разработка сланцевого газа пока не так актуальна в связи с тем, что страна обладает самыми богатыми запасами и ресурсами природного газа в мире (прогнозные и перспективные ресурсы составляют 40% мировых). Что касается жидких УВ, то практически все нефтяные месторождения, которые в настоящее время обеспечивают нефтедобычу в России, находятся на третьей–четвертой стадиях разработки. В связи с этим нефтяные компании все больше обращают внимание на освоение сланцевой нефти в России, которая приурочена в основном к отложениям баженовской свиты. Основной приток получают из зон с улучшенными коллекторскими свойствами: из кероген-глинисто-силицитовых пород («баженитов»). По данным «РИТЭКа», суммарные геологические ресурсы баженовской свиты составляют от 0,8 до 2,1 трлн. т [4].

Уникальность баженовской свиты состоит в большой толщине пласта (около 100 м) в Широтном Приобье, высокой нефтенасыщенности и низких коллекторских свойствах. Кроме того, нефть представлена двумя основными фазами – керогеном и жидкой фазой, соотношение между которыми может существенно меняться в пределах залежи. В настоящее время в России ведется промышленная эксплуатация только на гидродинамически связанном баженовско-абалакском комплексе. Добыча легкой подвижной нефти, как и за рубежом, производится с помощью горизонтальных скважин и проведением многостадийного ГРП.

Рассмотрим способы разработки баженовско-абалакского комплекса на примере Красноленинского нефтяного месторождения. В административном отношении оно находится в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области. Согласно схеме тектонического районирования, Красноленинский свод приурочен к западной части Мансийской синеклизы. В нефтегазоносном плане – к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП), Красноленинской нефтегазоносной области, Красноленинскому нефтегазоносному району [5].

Баженовско-абалакский комплекс является наиболее сложным для разработки. Как правило, нефти баженовских отложений высококачественные, с содержанием светлых фракций до 50–60 %, малосернистые, безпарафинистые и безводные, с газовым фактором в среднем около  $180 \text{ м}^3/\text{м}^3$ . Однако сам комплекс характеризуется высокой макронеоднородностью и низкими значениями фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС): пористость не превышает 12 %, проницаемость – от 0,01 до 6 мД. По этой причине область питания каждой скважины ограничена. Для того, чтобы расширить область питания скважин и вовлечь в разработку дополнительную часть продуктивного пласта, рекомендуется бурение скважин с горизонтальным окончанием большой протяженностью, а также применение направленного гидроразрыва пласта в кровле отложений абалакской свиты, создавая тем самым искусственную систему дренирования. ГРП необходимо осуществить таким образом, чтобы пропант на водной основе не проник в основную толщу баженовских отложений, тем самым, исключая возможность разбухания составляющих ее глинистых фракций. Данные мероприятия приведут не только к увеличению фильтрационной способности пород, но и к повышению сообщаемости гидродинамически связанного баженовско-абалакского комплекса. Все это в итоге позволит эффективно добывать нефть, используя избыточную энергию аномально высокого пластового давления баженовской свиты.

Стоит учитывать, что добычу нефти из «баженитов» необходимо проводить при небольших депрессиях, чтобы не понизить энергетику баженовской свиты и сохранить первоначальную листовато-слоистую структуру коллектора – щелевое пустотное пространство. Поэтому для повышения нефтеотдачи отложений баженовско-абалакского комплекса рекомендуется поддержание пластового давления путем закачки попутного нефтяного газа [1].

Кроме добычи легкой нефти из баженовской свиты в настоящее время в России появляются новые инновационные технологии добычи нефти непосредственно из керогена. Одним из них является термогазовый метод, который способствует активному протеканию внутрислоистых окислительных процессов (доля азота увеличивается до 45%, углекислого газа до 16%), изменению состава нефти (увеличивается содержание легких фракций), а также существенному снижению плотности и вязкости нефти. Суть метода заключается в интеграции теплового, газового и гидродинамического воздействия на породы баженовско-абалакского комплекса путем закачки в пласт водовоздушной смеси. Большая глубина залегания способствует самопроизвольному окислительному процессу кислородом, содержащимся в воздухе, пластовых УВ. В результате реакций происходит формирование вытесняющего газового агента. Чтобы не допустить деструкцию керогена и получить наибольшую долю жидких углеводородов в составе добываемой продукции необходимо поддерживать постоянную температуру в пласте 250–350 °С. С точки зрения экологии отрицательное влияние на окружающую среду оказывают только значительные выбросы  $\text{CO}_2$  в атмосферу при добыче УВ [6].

Для того чтобы минимизировать негативное влияние на окружающую среду при добыче УВ необходимо проводить анализ всех рисков, связанных с добычей сланцевой нефти и газа; оценивать преимущества и недостатки различных технологий добычи; проанализировать варианты решения возможных экологических проблем в районе добычи.

Таким образом, из перечисленных методов добычи трудноизвлекаемых УВ из баженовско-абалакского комплекса наиболее экологически безопасным является термогазовый метод. Однако необходимо учитывать, что при применении данного метода нужно отдельное внимание уделять качеству крепления обсадных колонн. В связи с высокими создаваемыми температурами в прискважинной зоне пласта при добыче УВ следует подбирать марки цемента, способные выдержать температуру выше 200 °С.

#### Литература

1. Вертивец Ю.А. Особенности разработки отложений баженовской свиты (Западная Сибирь, Краснотуркменский свод) // Новые технологии в газовой промышленности: тезисы докладов восьмой Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов. – Москва, 2009. – С. 8.
2. Гаврилов В.П., Грунис Е.Б. Состояние ресурсной базы нефтедобычи в России и перспективы ее наращивания // Геология нефти и газа, 2012. – № 5. – С. 1 – 17.
3. Грунис Е.Б. Состояние ресурсной базы ТЭК и пути инновационного развития до 2050 г. // Геология нефти и газа, 2009. – № 5. – С. 2 – 10.
4. Муслимов Р.Х. Инновации и широкая модернизация нефтегазового сектора – объективная необходимость современного развития России. // Георесурсы, 2014. – № 1 (56). – С. 3 – 10.
5. Султанова К.С. Влияние литолого-фациальных условий на фильтрационно-емкостные свойства пласта-коллектора ЮК<sub>1</sub> Талинского нефтяного месторождения // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летнему юбилею Победы советского народа над фашистской Германией. – Томск, 2015. – С. 301 – 303.
6. Термогазовое воздействие на залежи баженовской свиты // ROGTEC, Russian Oil and Gas Technologies. – 2013. – С. 28 – 32.

#### **ВЛИЯНИЕ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ НА СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УРМАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Л.О. Гречиха**

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Добыча полезных ископаемых активно ведётся во всём мире. Обычно это не проходит бесследно для окружающей среды, поэтому необходим всесторонний экологический мониторинг, важнейшим из объектов которого являются подземные воды.

Проблема загрязнения подземных вод – одна из самых острых, ведь подземные воды составляют значительную долю общего запаса пресных вод на Земле. Нельзя отрицать, что причинами этого на нефтепромыслах могут быть:

технологические процессы строительства скважин, шламовые амбары, разливы нефти и нефтепромысловых стоков при различных аварийных ситуациях и прочие. Мониторинг же позволяет осуществить регулярное наблюдение, сбор, накопление и обработку информации о состоянии подземных вод с последующим прогнозированием обстановки среды [1]. Такая система наблюдения должна осуществляться всеми недропользователями на месторождениях. Урманское нефтяное месторождение – не исключение. Для эксплуатации объектов на данном участке в 2006 г. Областным государственным управлением «Облкомприрода» города Томска была разработана специальная локальная система экологического мониторинга подземных вод.

Урманское месторождение расположено на территории Западно-Сибирского артезианского бассейна и Средне-Обского бассейна II порядка. В вертикальном разрезе выделяются 5 гидрогеологических комплексов: палеоген-четвертичный, верхнемеловой (покурская свита), нижнемеловой (алымская, киялинская, тарская и куломзинская свиты), юрский (васюганская и тюменские свиты) и доюрский. Основными водоупорами по разрезу являются глинистые отложения. Снизу вверх хлоридно-кальциевые слабые рассолы (минерализация 59-73 г/л) сменяются гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевыми пресными водами (минерализация в приповерхностных подземных водах 0,088-0,52 г/л). Питание водоносных комплексов осуществляется в районах горного обрамления Западно-Сибирской равнины (доюрский, юрский комплексы), в краевых частях бассейна (меловые комплексы) и атмосферными осадками (палеоген-четвертичный комплекс). Разгрузка происходит в северных акваториях (доюрский, юрский комплексы), в центральных и северных районах бассейна (меловые комплексы) и в долинах рек (палеоген-четвертичный комплекс). Воды палеоген-четвертичных отложений используют для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения нефтепромысла [3]. В пределах участка проводятся наблюдения за химическим составом подземных вод. Это необходимо для оценки пригодности хозяйственно-питьевых вод. Оценка состояния грунтовых вод осуществлялась по пробам артезианской скважины № 1 согласно с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Лабораторные исследования выполнены ООО «Ноябрьсктеплонефть» (данные 2005 г.) и представлены в таблице 1.

Исходя из данных опробования, можно сделать следующие выводы: вода в пробе № 327 не соответствует нормативам по показателям: цветность, мутность, окисляемость, железо общее; вода в пробе № 608 не соответствует нормативам СанПиН 2.1.4.1074-01 по показателям: цветность, железо общее, марганец.

В этом же году на территории Урманского месторождения провели исследования грунтовых вод ОАО «Томскгеомониторинг» (Областное государственное управление «Облкомприрода»), в ходе которых было выявлено, что воды бассейна загрязнены нефтепродуктами и имеют превышение предельно-допустимых концентраций железа, аммония и фосфатов.

Негативное действие разработки нефтяного месторождения может выражаться не только в виде нарушения естественного стока и загрязнения. Недропользователь Урманского месторождения может добывать подземные воды согласно лицензии (ТОМ № 00675 ВЭ от 23.05.2002 г.), но нерациональное использование вод может вызвать их истощение, поэтому были установлены определённые лимиты их добычи (Приложение № 9 к лицензии ТОМ № 00675 ВЭ)

и введено повторное использование вод для скважин поддержания пластового давления.

Таблица 1

## Результаты анализа качества подземных вод Урманского месторождения

№ п/п	Показатель	Ед. измерения	Норма качества	Результат измерения в пробе		Нормативный документ на метод исследования
				№ 327	№ 608	
				18.06.2005 г.	19.10.2005 г.	
<b>Органолептические показатели</b>						
1	Запах при 20°С	баллы	2	1	0	ГОСТ 3351-72
2	Запах при 60°С	баллы	2	0	1	ГОСТ 3351-72
3	Привкус	баллы	2	0	0	ГОСТ 3351-72
4	Цветность	градусы	20	40	40	ГОСТ 3351-72
5	Мутность	ЕМФ/дм <sup>3</sup>	2,6	6,12	1,86	ГОСТ 3351-72
<b>Обобщенные показатели</b>						
1	рН	ед. рН	6-9	7,01	7,0	ПНДФ 14.1:2:3:4121-97
2	Окисляемость	мг О/дм <sup>3</sup>	5,0	6,07	1,96	ПНДФ 14.2:4.1S4-99
3	Общая жесткость	моль/м <sup>3</sup>	7,0	1,54	1,5	ГОСТ 4151-73
4	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	1000,0	287,4		ГОСТ 18164-72
<b>Неорганические вещества</b>						
1	Аммиак	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	-	1,98	ГОСТ 4192-82
2	Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	-	<0,003	ГОСТ 4192-82
3	Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	-	0,22	ГОСТ 18826-73
4	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	350,0	-	3,1	ГОСТ 4245-72
5	Железо	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	2,18	3,54	ГОСТ 4011-72
6	Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	-	0,12	ГОСТ 4974-72
7	Медь	мг/дм <sup>3</sup>	1,0	-	0,29	ГОСТ 4388-72
8	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	-	<0,05	ПНДФ 14.1:2:4.128-98

Для возвращения экосистемы в естественное состояние на месторождении производится охрана водных объектов в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.3.05-82, ГОСТ 17.1.3.06-82, ГОСТ 17.1.3.12-86, ГОСТ 17.1.3.13-86, СанПиН 2.1.5.980-00. Нормативные документы предусматривают проведение определённых комплексов мероприятий (расположение добывающих объектов вне водоохранной зоны (согласно Постановлению Администрации Томской области № 82а от 16.06.2006 г.), нормированное и рациональное потребление вод, очистку загрязнённых вод, безопасное захоронение и утилизацию отходов, герметизацию скважин, строительство трубопроводов с минимальным количеством контактов с водами, визуальный контроль).

Для дальнейшей эксплуатации необходимо постоянно дорабатывать систему экологического мониторинга, которая будет интегрировать и учитывать состояние всех компонентов окружающей среды: почвы, атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, флоры, фауны [2].



Литература

1. Коблова И.П. Объектный мониторинг подземных вод на нефтяных месторождениях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Ульяновск, 2011. – Т. 13. – № 1. – С. 211 – 213
2. Хаустов Х.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. – М.: Дело, 2006. – 552 с.
3. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1966. – 424 с.

**МЕТАНОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ БАЙКАЛА**

**А.А. Гущина**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Озеро Байкал по праву считается одним из уникальных природных объектов. Это самое глубокое (глубиной до 1637 м) и древнейшее (возраст 25–35 млн. лет) озеро на Земле. В последнее десятилетие большой интерес вызывают темные кольца диаметром 5–7 км в толще байкальского льда, впервые обнаруженные со спутника в 1999 г. Кольца не образуются каждый год и не располагаются на одном и том же месте. Существует мнение, что они формируются в связи с сейсмической и тектонической активизацией в Байкальской рифтовой системе и выбросом метана из многокилометровой осадочной толщи дна Байкала. За счет этого зимой образуются "пропарины" (кольца) диаметром от полуметра до сотен метров, где лед очень тонкий или вообще отсутствует, а летом в таких местах из глубины на поверхность поднимаются пузыри. Подъем природного газа провоцирует восходящий водный поток, который в свою очередь закручивается силами Кориолиса, обусловленными вращением Земли. В результате в приповерхностном слое воды подо льдом формируется круговое относительно теплое течение, которое постепенно разрушает ледяной покров снизу. Подтаявший лед напитывается водой, и на поверхности льда проявляется темное кольцо.

Такие темные кольца обнаружены в районах: мыса Крестовского, поселка Турка, южной оконечности Байкала (Большое Голоустное), мыса Нижнее Изголовье полуострова Святой Нос. Так, в районе Большого Голоустного, где отмечено большое скопление метановых пузырей, на глубине порядка 400 м обнаружен (в 2008 г. во время проведения работ по изучению рельефа дна с научного дрейфующего судна) подводный газовый вулкан, названный «Ступой». Источник, постоянно выделяющий метан, шириной 80–100 м и сужающийся ко дну, расположен на гребне подводной возвышенности и приурочен к разлому.

Газовый (грязевый) вулканизм широко развит в природе; грязевые вулканы, как проявления этого процесса, встречаются во многих странах мира и приурочены обычно к молодым (кайнозойским) впадинам и зонам разломов (рис. 1), но не исключено их генетическое родство с газовыми гидратами [1].

В любом случае существование грязевых вулканов связано с накоплением громадных количеств метана в подошве гидратного слоя и их прорывом на поверхность во время сильных землетрясений [5, 7, 8]. Образование газовых вулканов на Байкале косвенно подтверждается переводом названия оз. Байкал как «стоящий огонь» (БайГал) [2, 3].

Исследования газопроявлений на Байкале начались на рубеже XX-XXI веков, после открытия газовых гидратов в осадках [2] и грязевых вулканов на дне озера. В Южном Байкале локатором бокового обзора и сейсмопрофилированием было обнаружено несколько грязевых вулканов (Большой, Старый, Маленький, Малютка), расположенных на глубинах от 1300 до 1350 м [3]. В Среднем Байкале, недалеко от Малых Ворот пролива Малое Море, найдены два глубоководных грязевых вулкана (Новосибирск и Санкт-Петербург), также открыты вулканы на подводном склоне северной части авандельты реки Селенги в окрестностях Кукуйского каньона. В результате исследований в районах грязевых вулканов были зарегистрированы газовые гидраты в приповерхностном слое донных отложений [4]. На данный момент в озере зарегистрировано около 100 таких метановых источников.

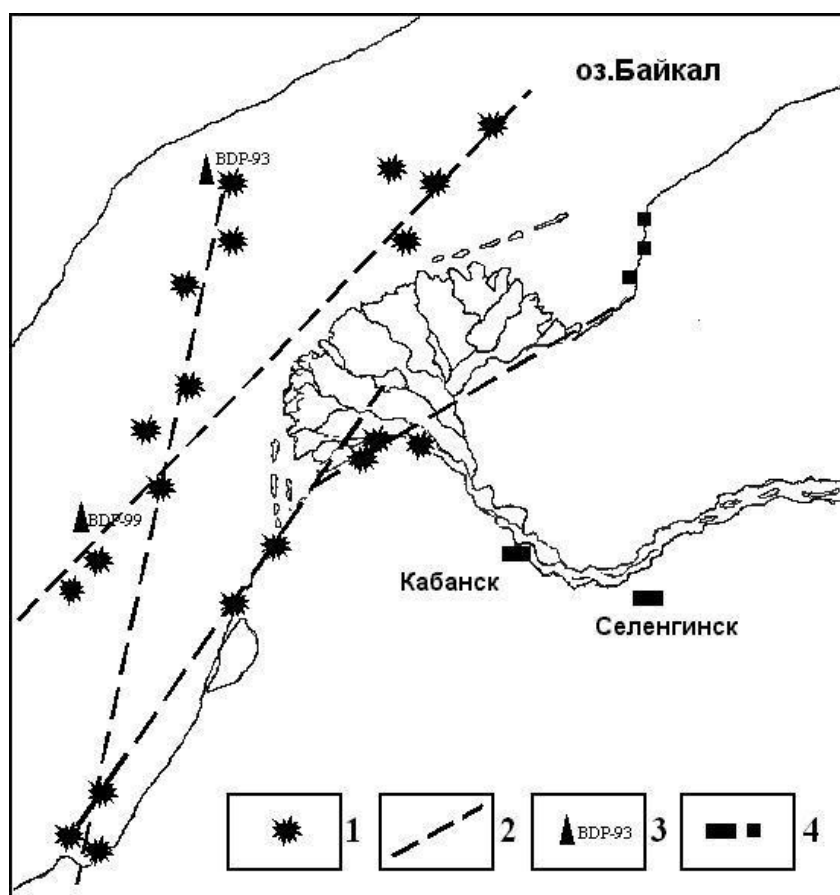


Рисунок 1 – Предполагаемое расположение грязевых вулканов в районе дельты и авандельты р. Селенги (Исаев, 2001): 1 – предполагаемые грязевые вулканы, 2 – предполагаемые разломы, 3 – скважины, пробуренные на дне Байкала по международному проекту «Байкал-бурение», 4 – населенные пункты

Метановые потоки, исходящие из вулканов, на дне озера имеют довольно большие масштабы, и если сделать количественную оценку выбросов, то в итоге можно говорить об объемах метана, который попадает в атмосферу Земли. Результаты имеют колоссальное значение, поскольку метан относится к группе парниковых газов, следовательно, имеет прямое отношение к процессам изменения климата. Помимо того, что выброс метана имеет глобальное значение для климата, в

первую очередь он оказывает локальное воздействие. А именно происходит «подогрев» воды озера, что влияет на появление новых видов водорослей – спиригиры и элодеи канадской, которые превращают озеро в болото, а также приводит к гибели рыбы вблизи газовых очагов [5].

Так, весной и в начале лета на мелководье в устье Селенги отмечена резкая активность процессов грязевого вулканизма. Был сильный выброс газа, отчасти нефти – активизировались грязевые вулканы в этой части озера. Произошел сильный подток тепла из глубины, в результате которого воды Байкала начали нагреваться, а газогидраты, образованные на дне озера, начали таять. Если раньше газогидраты держали уровень температуры холодной воды, то в результате активности вулканов они растаяли, и сам метан пошел в толщу воды. В результате вода резко потеплела. Не стоит также забывать о необычной жаре на побережье.

При погружении на дно Байкала на глубину 1400 м недалеко от Ольхона на грязевый вулкан Санкт-Петербургский во время экспедиции «Миров» на Байкале в 2009 г. было обнаружено, что рыба (огромные бычки, голомянки) лежала вокруг продушин грязевых вулканов. При исследовании ила и песка со дна, отмечены следы этих же видов мертвой рыбы. То есть, они были отравлены прямо на дне. Еще один факт гибели рыбы в связи с выбросом метана отмечен в июле 2003 г. в районе поселка Баргузин. Со слов очевидцев «рыба выбрасывалась на берег, а из-под воды пузырями выходил газ. Берег был усыпан несколькими тоннами мертвой рыбы, а также чайками и воронами, которые налетели на добычу» [6, 7, 8].

#### Литература

1. Гранин Н.Г., Гранина Л.З. Газовые гидраты и выходы газов на Байкале // Геология и геофизика, 2002. – Вып. 43(7). – С. 629 – 637.
2. Кузьмин М.И., Калмычков Г.В., Гелетий В.Ф. и др. Первая находка газогидратов в осадочной толще озера Байкал // Докл. РАН, 1998. – Вып. 362(4). – С. 541 – 543.
3. Исаев В.П., Коновалова Н.Г., Михеев П.В. Нефть и газ Байкала – миф или реальность? // Проблемы геологии и освоения минерально-сырьевых ресурсов Восточной Сибири: материалы юбил. конф. ИГУ и гос. геол. службы Вост. Сибири. – Иркутск, 1998. – С. 88 – 90.
4. Исаев В.П. О газовом палеовулканизме на Байкале // Геология нефти и газа, 2001. – № 5. – С. 45 – 50.
5. Исаев В.П. «Грязевые» вулканы Байкальской рифтовой системы // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири: сб. науч. тр. – Иркутск: ИГУ, 2007. – С. 133 – 137.
6. Исаев В.П. Впадины Байкальской рифтовой системы – новая грязевулканическая провинция // Новые идеи в науках о Земле: докл. VIII Междунар. конф. – М.: РГГРУ, 2007. – Т. 2. – С. 90 – 93.
7. Кольцевые структуры на льду Байкала – проявление геологических процессов [Электронный ресурс]. URL: [http://www.geol.irk.ru/baikal/baikal/krugi/baikal\\_ring.html](http://www.geol.irk.ru/baikal/baikal/krugi/baikal_ring.html)
8. Мир Байкала. – Улан-Удэ: ЭКОС, 2011. – № 5 (29). – С. 64 – 66.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗРАБОТКИ И ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА****Э.М. Даутова**

Научный руководитель доцент О.Е. Кочнева

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия*

На сегодняшний момент в современном обществе наблюдается значительное увеличение численности населения, которое составит по прогнозам к 2030 г. около 8 млрд. человек. Можно отметить, что это является ключевым фактором для увеличения спроса на энергоресурсы. Согласно прогнозу ООН, потребление первичной энергии к 2040 г. увеличится на 40%. Увеличение потребления коснется и газа. Спрос на данный вид топлива будет расти на 2,0% в год. В связи с этим, возникает вопрос об увеличении добычи природного газа. Однако так же остро стоит вопрос о поиске товаров-заменителей традиционного природного газа. Таким энергоисточником является сланцевый газ.

Сланцевый газ представляет собой одну из разновидностей природного газа, который на большой глубине распределен в порых сланцевых толщ [3]. В состав сланцевого газа входит преимущественно метан [2]. Однако в его составе содержатся газы с разным процентным содержанием: водорода (25–40%); метана (14–17%); угарного газа (10–20%); углекислого газа (10–20%); этана и других углеводов (4–5%); азота (22–25%); кислорода (не более 1%) [4]. Выходу такого газа на поверхность мешают пласты глины и более плотные породы, лежащие выше.

Сланцевые толщи в основном представлены глинами, аргиллитами или глинистыми известняками, измененными на большой глубине под действием высоких давлений и температур. Породы теряют пластичность и становятся хрупкими и трещиноватыми, обладают очень низкой проницаемостью [4].

Разработка и добыча сланцевого газа представляет собой сложный процесс [6]. Основной сложностью в этом процессе является проведение многоступенчатого гидравлического разрыва пласта (фрекинг) – это метод формирования трещин в массивах горных пород под действием подаваемой в них под давлением жидкости [5]. Добыча данным методом включает в себе определенные преимущества и недостатки. Основным явным преимуществом фрекинга является возможность наращивания добычи газа за счет вовлечения в разработку нетрадиционных ресурсов углеводородов, содержащихся в низкопроницаемых пластах. Кроме того, разработка месторождений сланцевого газа за счет большего количества операций по бурению скважин и проведению гидроразрыва, формирует новые рабочие места и задействует разные секторы экономики, что, безусловно, положительно повлияет на экономику страны.

К недостаткам фрекинга можно отнести высокую себестоимость добычи газа, необходимость в постоянном наращивании фонда добывающих скважин [1]. К тому же добыча сланцевого газа данным методом характеризуется негативным воздействием на окружающую среду и здоровье людей.

К примеру, использование специальной рабочей жидкости при гидроразрыве может привести к загрязнению поверхностных и подземных вод [7]. Это объясняется тем, что в составе жидкости, наряду с водой и песком, присутствуют химикаты. Часть данной смеси откачивается на поверхность, однако, небольшая часть все же остается в недрах и может стать причиной загрязнения грунтовых вод. Часть смеси, которая в конце процесса гидравлического разрыва пласта откачивается из скважины, подвергается очистке. Однако часто оборудование для очистки не может справиться с большими объемами жидкости. Соответственно,

часть неочищенной смеси попадает в поверхностные воды. К тому же, причиной экологического загрязнения окружающей среды может быть человеческий фактор, а именно халатность. Многие буровые компании, специализирующиеся на методе гидроразрыва пласта, экономят на очистке использованной жидкости, что влечет к глобальным экологическим последствиям. Кроме того, загрязнение окружающей среды может произойти в связи с аварийными ситуациями, к примеру, при разливе либо утечке смеси при транспортировке. Очередным негативным последствием, связанным с использованием рабочей жидкости, является загрязнение почв [7]. Причины загрязнения аналогичны с загрязнением подземных и поверхностных вод. Ко всему вышеперечисленному можно добавить усиление парникового эффекта, что, в свою очередь, может привести к глобальному изменению климата.

Необходимость в повторном проведении гидроразрыва и бурении новых скважин появляется в результате быстрого спада дебита скважины [1]. Этот фактор разработки сланцевого газа отрицательно влияет на ландшафт территории. Объясняется это тем, что на месторождении увеличивается плотность скважин, каждая из которых требует установки оборудования. В итоге изменяется пейзаж, наносится ущерб сельскохозяйственным угодьям и возникает шумовое загрязнение, что, в свою очередь, может привести к негативному влиянию на эмоциональное состояние человека.

Мало изученным последствием разработки сланцевого газа является сейсмическая активность, которая проявляется небольшими землетрясениями. В качестве примера можно привести землетрясение в Великобритании (месторождение Ланкашир) [7]. Сейсмичность может оказать влияние на дома, инфраструктуру. В породе в результате землетрясений могут образовываться новые трещины, что влечет возможное загрязнение вод.

В результате можно сделать вывод, что каждое сланцевое месторождение требует индивидуального научного подхода, имеет индивидуальные характеристики эксплуатации, а также существенные проблемы добычи. Сланцевый газ, хоть и является одним из товаров-заменителей традиционного газа, однако без дальнейшего усовершенствования технологии добычи газа с целью контроля загрязнения окружающей среды не сможет стать достойной альтернативой.

#### Литература

1. Григорьев Г.А., Афанасьева Т.А. Перспективы промышленного освоения нетрадиционных ресурсов газа в России // Нефтегазовая геология, 2012. – Т. 7. – №2. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ngtp.ru/rub/9/29\\_2012.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/9/29_2012.pdf)
2. Ермолкин В.И., Керимов В.Ю. Геология и геохимия нефти и газа. – М.: Недра, 2012. – 181 с.
3. Кочнева О.Е., Гайнитдинов А.А. О конкурентоспособности нетрадиционных источников углеводородов на мировых рынках // Журнал магистров / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. Пермь, 2014. – С. 96 – 103.
4. Кочнева О.Е., Гершин Д.П. Перспективы и проблемы, связанные с разработкой и добычей сланцевого газа // Вестник Пермского университета. Геология, 2014. – Вып. 4(25). – С. 85 – 89.
5. Лисицына Я.Н. Сланцевый газ – стратегический выбор? // Тепловая энергетика, 2014. – №3. – С. 3 – 4.
6. Рубанов И.Н. Сланца очистительное пламя // Эксперт, 2012. – №44. – С. 25.
7. Чельцов М.Б. Сланцевая революция и ее возможные последствия для России // ЭКО, 2013. – №8. – С. 31 – 44.



**РОЛЬ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****В.П. Дмитриева**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Западно-Сибирский регион в экологическом отношении характеризуется как напряженный. В некоторых городах ситуация даже приближается к экологическому бедствию. Подобное отношение к проблемам охраны природной среды обитания связано как с удаленностью данной территории от Центра, так и с обширностью просторов Сибири и удаленностью многих техногенных объектов от населенных пунктов, что действует на исполнителей расхолаживающее, внушая иллюзию бесконтрольности. Многие месторождения нефти и газа выработаны более чем на 50%, при разработке применяются устаревшие технологии. Наличие большого количества объектов ядерно-химической отрасли промышленности и объектов нефтехимии (рис. 1) накладывает добавочные риски в плане эксплуатации этих объектов.

Хрупкость элементов природного ландшафта к техногенным воздействиям связана, в том числе, с такими природными явлениями, как вечная мерзлота, и с широким развитием многолетнемерзлых пород (ММП). При прокладке нефте- и газопроводов возникают риски таяния ММП и попадания в атмосферу значительного количества метана, который при таянии ММП попадает в атмосферу и вызывает парниковый эффект.

При разработке нефтяных и газовых месторождений ежегодно сжигается до 80% попутного природного газа, что составляет 6–7 млрд. м<sup>3</sup>. Газовые факелы особенно хорошо видны ночью из окон поездов, везущих в районы Крайнего Севера работников из других регионов РФ.

Река Обь имеет значительное загрязнение от города Бийска и до Новосибирска. В зону загрязнения попадает акватория Обского моря, являющаяся зоной отдыха новосибирцев. Далее вниз по течению загрязнения отмечаются в районе города Колпашево. Особенно высокое загрязнение нефтепродуктами отмечается на Крайнем Севере, южнее негативное влияние объектов нефтедобычи на экологическую обстановку уменьшается.



Рисунок 1 – Загрязнение атмосферы промышленными предприятиями Западной Сибири [2]

Большое негативное влияние на реки имеют промышленные объекты Кемеровской области, в частности Новокузнецкий комбинат, в результате деятельности которого воды реки Томь ниже по течению опасны для употребления в бытовых целях. Город Томск еще в 80-е годы перешел на водопотребление из артезианских скважин.

Большая заселенность и малая освоенность территории Западно-Сибирского региона выражаются в том, что каждое лето многие регионы данной территории заволакивает дым от лесных пожаров.

При сравнении негативного воздействия на экологическую обстановку Западной Сибири всех перечисленных факторов, наибольшее негативное воздействие осуществляют все-таки объекты нефтегазового комплекса, в частности объекты геолого-поискового комплекса. К одному из главных источников загрязнения при проведении данного вида работ относятся буровые сточные воды (БСВ), отработанные буровые растворы (ОБР) и буровые шламы (БШ). В составе БСВ содержатся нефть и нефтепродукты, растворимые минеральные соли. Их количество и соотношения варьируют в значительных пределах и зависят от наличия очистных сооружений, таких как объекты очистки буровых растворов, и применяемой системы водопотребления. Отработанные буровые растворы, кроме состава применяемых при бурении реагентов, зависят от состава разбуриваемых пород. Сильная загрязненность этих отходов, наличие большого количества растворенных токсичных солей вызывает негативное их воздействие на окружающую среду, особенно при их попадании на поверхность почвы или в водопроницаемые подпочвенные участки грунтов, в объеме которых эти ОБР могут мигрировать на значительные расстояния.

Особенность буровых шламов заключается в том, что они обогащены обломками разбуриваемых пород со значительной примесью остатков бурового раствора. Некоторые компоненты разбуриваемых пород адсорбируют на своей поверхности реагенты буровых растворов в значительной степени.

При необходимости ликвидации шламовых амбаров и в условиях значительной удаленности от населенных пунктов, у некоторых недобросовестных работников возникает искушение сжечь нефтепродукты, попавшие в шламовый амбар, приведя тем самым, с одной стороны, к очистке территории шламового амбара от нефтепродуктов, с другой – к очень негативному воздействию на почву, гидросферу и атмосферу в районе такого противоправного действия.

Большие экологические проблемы возникают при строительстве нефте- и газопроводов, строительство которых в Западной Сибири в последние годы усилилось. Эти объекты требуют для строительства отведения значительных территорий, часто заселенных, возведения сложных технологических объектов при пересечении рек, возведения многочисленных технических объектов по обслуживанию этих продуктопроводов.

Вместе с тем, значительные территории Западной Сибири мало заселены, слабо технологически освоены, и здесь в наименьшей степени проявляются экологические загрязнения. Это позволяет северным районам некоторых областей развивать в летнее время сбор дикоросов. Большие перспективы имеет и туристическое направление, особенно в связи с активизацией такого общественного движения, как Русское Географическое Общество, 170-тилетний юбилей которого общественность Западной Сибири отмечала осенью 2015 г. При развитии туризма обостряются проблемы сохранения природной среды от пожаров, которые могут возникнуть в результате неправильного проведения

противопожарных мероприятий, но они ни в какой мере не сопоставимы с теми негативными экологическими последствиями, которые оказывает на природу Западной Сибири нефтегазовый комплекс.

#### Литература

1. Шишмина Л.В. Экология нефтедобывающих комплексов // Курс лекций. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – С. 112.
2. Сладкопеев С.А. Экологические проблемы Западной Сибири // Энергия: экономика, техника, экология, 2006. – С. 47.

### **ПРОБЛЕМА ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НА ШЕЛЬФЕ ВЬЕТНАМА**

**До Тхи Тху Хиен**

Научный руководитель доцент Н.А. Антропова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одной из главных составных частей экономической политики государства Вьетнама является развитие нефтяной отрасли. Основная цель её эксплуатации состоит в эффективном использовании природных ресурсов внутри страны и экспорт иностранным государствам. Однако развитие нефтяной отрасли сопровождается негативными последствиями при добыче и транспортировке до потребителя. Самыми опасными являются аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, которые наносят значительный вред экосистемам, приводят к негативным экономическим и социальным последствиям. Разливы нефти вблизи побережий серьезно влияют на рекреационные зоны, в результате часть доходов государственного бюджета теряется. Таким образом, одной из самых актуальных проблем, как Вьетнама, так и мира в целом, является проблема ликвидации аварийных разливов на акваториях, а также предотвращение разливов и обеспечение безопасности добычи и транспорта нефти и нефтепродуктов.

Цель работы – анализ путей решения проблемы ликвидации аварийных разливов на шельфе Вьетнама.

Территория Вьетнама омывается водами Южно-Китайского моря, длина береговой линии которого составляет 3000 км. Температура воды на поверхности в феврале от 20 °С на севере до 27 °С на юге, в августе достигает 28–29 °С по всей площади. Соленость воды – 33–35 г/л. Летом и осенью возможны частые тайфуны. Приливы неправильные, суточные и полусуточные, до 4 м.

Согласно исследованию [1], в качестве основных причин отказов подводных трубопроводов на шельфе Вьетнама определены: оголение трубопровода из-за деформации дна водоема – 28 %; отказ гребенки, включая узлы подключения при реконструкции – 20 %; разрыв основного металла труб и заводского сварного шва – 17 %). Доля отказов в результате разрыва поперечного сварного стыка и повреждения линейной арматуры составляет 13 и 12 % соответственно.

В ходе исследования проведен анализ транспорта углеводородов посредством подземных трубопроводов по корпоративным данным на месторождении «Белый Тигр» (табл. 1) [2].

Таблица 1

Основные характеристики нефтепроводов  
на месторождении «Белый Тигр» на шельфе Вьетнама

Расположение трубопроводов	Транспортируемая среда	Ø×δ, мм	Суммарная протяженность, м	Производительность, т/сут	Рабочее давление (кгс/см <sup>2</sup> ) min – max
Между добывающим и платформами	нефть	325×16 323,8×15,9	58839	7500	40 – 70
Между МСП, ЦТК, ЦТП и УБН	нефть	325×16 323,8×16 426×16	35681	1500 – 7500	10 – 52
Между добывающим и платформами и ЦТК (РВ)	нефть	426×16	16398	1500 – 15000	40 – 52

Площадь месторождения «Белый Тигр» составляет 182 км<sup>2</sup>. Глубина моря в пределах месторождения около 50 м. По состоянию на 2012 г. на месторождении «Белый Тигр» построено 10 морских стационарных платформ (МСП), 1 центральная технологическая платформа (ЦТП-2), 1 центральный технологический комплекс (ЦТК-3), малая компрессорная станция (МКС), 1 центральная компрессорная платформа (СКП) и 15 блок-кондукторов (БК).

Все подводные трубопроводы на месторождении были разделены на 3 группы: между добывающими платформами, между добывающими платформами и УБН, между добывающими платформами и ЦТК (РВ). Рассматриваемые подводные трубопроводы транспортируют разные среды: газ, нефть, газожидкостную смесь, рабочий агент (газ для эксплуатации скважины газлифтным способом), воду для поддержания пластового давления. В итоге суммарная протяженность трубопроводов, транспортирующих нефть, составила 110,9 км (39 % длины всех трубопроводов), что еще раз подчеркивает актуальность проблемы – проблемы ликвидации аварийных разливов нефти на морских акваториях.

В последние годы правительство Вьетнама приняло активное участие в разработке международных конвенций о защите моря, приняло законы и разработало политику с целью защиты моря, омывающего побережье Вьетнама.

Весь комплекс нормативных документов, отвечающих проблеме ликвидации аварийных разливов и находящихся в свободном доступе сети Интернет, был сгруппирован нами по пяти направлениям: предупреждение аварийных разливов, составление планов ликвидации аварийных разливов (ЛАРН), ликвидация аварийных разливов, организация ликвидации аварийных разливов, учёт ущерба окружающей природной среде.

Анализ нормативных документов по проблеме ликвидации аварийных разливов показал, что нормативная база Вьетнама, касающаяся ЛАРН, очень молода и малочисленна. Самые старые документы, имеющиеся в свободном доступе, датированы 2002 г. и относятся к категориям «решение», «указ». Для эффективной

борьбы с разливами нефти на шельфе Вьетнама необходимо разработать новые документы: стандарты, регламенты, правила, руководящие документы по выделенным направлениям.

#### Литература

1. Нгуен Тхук Кханг. Разработка технологии транспорта нефти, исключаящей расслоение эмульсий с целью повышения надежности эксплуатации нефтепроводов на шельфе Вьетнама // Автореферат ...дис. канд. техн. наук. – Липецк: Уфа, 2000. – 23 с.
2. Уточненная технологическая схема разработки и обустройства месторождения Белый Тигр. – Изд-во СП Вьетсовпетро, 2013.– 236 с.

### **МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ПОРОДЫ И ВЛИЯНИЕ НА НИХ РАБОТЫ НЕФТЕПРОМЫСЛА НА ПРИМЕРЕ ЧАЯНДИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**А.П. Дубинин**

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Более половины территории Российской Федерации занимают многолетнемерзлые породы (ММП), являющейся основной базой добычи углеводородов (УВ). По данным исследований на территории России ожидается повышение среднегодовой температуры на 1,3–2,0 °С к 2030 г., что повлечет за собой оттаивание мерзлой породы. По данным Росгидромета, 21 % аварий в Восточной Сибири и многих других регионах происходит из-за механического воздействия на мерзлую породу. При строительстве и эксплуатации скважина является источником теплоты, что приводит к оттаиванию ММП. В связи с этим решение проблемы оттаивания ММП является актуальной задачей [1].

Цель работы – изучить экологические проблемы, связанные с оттаиванием ММП при эксплуатации скважин в регионах, приравненных к крайнему северу.

Объектом исследования является Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ), которое находится в юго-западной части республики Саха (Якутия).

В тектоническом плане Чаяндинское НГКМ располагается в центральной части Ангаро-Ленского краевого прогиба, вытянутого вдоль южной границы Сибирской платформы, в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы. В современной структуре зона вырисовывается как область широкого развития сложнодислоцированных отложений нижнего кембрия и относительно неглубокого (2–3 км) залегания кристаллических пород фундамента [3].

ММП на Чаяндинском НГКМ имеют локализованное распространение. По глубине многолетнемерзлые породы приурочены к кембрийской системе и залегают в пределах от 0 до 300 метров (бордонская и метегерская свиты). Отложения представлены суглинками, супесями и песками; переслаиванием мергелей доломитовых, аргиллитами, глинистыми, доломитами и доломитами неравномерно глинистыми, местами окремненными и загипсованными с прослоями аргиллитов и мергелей, в нижней части – кавернозные и трещиноватые с прослоями аргиллитов.

Все требования к природоохранным мероприятиям нацелены на сохранение их естественного либо близкого к нему состояния. Основные факторы воздействия



на природную среду в процессе геологоразведочных работ (ГРР) и освоения Чайядинского месторождения следующие:

- механические нарушения поверхности, происходящие на стадиях поиска и разведки и вызывающие изменения микро- и мезорельефа;
- нарушение и уничтожение почвенно-растительного покрова, поверхностных и грунтовых вод;
- химическое воздействие попутных минерализованных вод, известковых растворов, используемых при бурении, а также поступающего в атмосферу газа;
- оттаивание толщи ММП.

В процессе бурения и эксплуатации скважин происходит повышение температуры ММП, вследствие чего идет их оттаивание. В результате отепления возможны различные варианты развития событий, которые в одинаковой степени опасны, как для экологии региона, так и для оборудования и скважины в целом. При отеплении ММП в стволе скважины происходит деформация, возможны образования каверн, что может повлечь за собой поглощение бурового раствора. В буровом растворе в большинстве случаев содержатся химические реагенты, которые при попадании в водоносный горизонт могут нанести существенный вред, и возможно возникновение загрязнения всего водоносного горизонта в целом. В случае слишком близкого расположения устьев скважин друг к другу, при эксплуатации, происходит активное растепление окружающих многолетнемерзлых пород, в итоге возникает просадка грунта, обвалы, которые могут приводить к ряду осложнений и аварий в процессе бурения и эксплуатации скважин. Также при строительстве скважин вырубается леса, и площадка очищается от верхнего слоя почвы, что приводит в среднем к увеличению температуры на 1–1,5 °С на глубине до 50 м. Поэтому растепление ММП – это серьезная проблема для экологии региона, которая возникает при бурении и эксплуатации скважин.

Практика строительства скважин на Чайядинском НГКМ позволяет сделать вывод, что при наличии теплового воздействия на мерзлые породы неизбежно происходит отепление последних, в результате происходят аварийные ситуации, описанные выше. После опыта бурения предыдущих скважин был сделан вывод, что возникает лишь минимальный риск для людей и окружающей среды, основной же риск ведет к потере скважины и громадным материальным потерям недропользователя. Отсюда следует, что при разработке проектной документации предупредительные меры должны быть направлены на уменьшение вероятности возникновения аварийной ситуации и на разработку мер противоаварийной защиты и контроля.

Предупредительные меры должны быть заложены для начала в проектную документацию. В проектной документации должна быть описана точная последовательность действий. Для этого необходимо отследить с помощью геофизических исследований точную мощность ММП. Далее должен производиться контроль процесса бурения и строгое выполнение проектной документации. В результате чего должны быть указаны предупредительные меры технико-технологической направленности.

Основой для снижения теплообмена, между стенками скважины и близлежащими породами, должен быть специальный полимерглинистый буровой раствор с псевдопластичными свойствами, снижающими теплопередачу и эрозионный эффект. Следует бурить на растворе с температурой не более плюс 10 °С. Для обеспечения высокой проходки на долото (ротаторный способ бурения) и

снижения влияния временного фактора воздействия на зону ММП применяют специальные компоновки низа бурильной колонны (КНБК). Также необходимо соблюдать полноту заполнения каверн цементным раствором и осуществлять контроль цементирования с помощью ГИС. Отдельное внимание уделяют выбору прочностных характеристик обсадных труб, спускаемых в зону ММП и обеспечивающих целостность эксплуатационной колонны при обратном промерзании, также применяют составы тампонажных смесей с низкими коэффициентами теплопроводности. Все данные технологические решения были применены на Чайндинском НГКМ, но данные способы не исключают в полной мере негативного влияния бурения и эксплуатации скважин на ММП.

В Российской практике наиболее надежным способом предотвращения оттаивания ММП при бурении и эксплуатации скважин является использование термокейсов. Применение данной технологии рекомендуется в условиях неглубоких слоев многолетнемерзлых грунтов – до 30 м. Температура применения – до  $-60^{\circ}\text{C}$  [2].

Главные достоинства применения термокейсов – это сокращение количества грунта, необходимого на отсыпку, вследствие чего снижаются затраты компании, а также производят уменьшение кустовой площадки, в результате чего сокращается допустимое расстояния между устьями. При уменьшении размера кустовой площадки в равной степени уменьшается негативное воздействие нефтепромысла на окружающую среду. В частности, если сравнивать термокейсы со стандартными нетеплоизолированными направлениями, применение разработки тюменского завода позволяет снизить это расстояние с 18 до 10 м при одинаковых условиях. Согласно проектным расчетам, экономия только на отсыпке грунтов приводит к общей экономии на обустройстве кустовой площадки в 10%. Так же увеличение срока службы насосного оборудования, при предотвращении оттаивания многолетнемерзлых пород [2].

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что разработка Чайндинского НГКМ неизменно влияет на природу и экологию района месторождения. В минимальной степени это связано с рельефом местности на уровне элементов мезорельефа. В результате механического и термического воздействия на ММП и последующего оттаивания многолетнемерзлых пород соответственно техногенному загрязнению подвергаются: атмосфера, снег, поверхностные и грунтовые воды.

Стоит также отметить, что подземные воды локально-криогенных таликовых подрусовых зон по химическим показателям отвечают требованиям питьевых вод, поэтому они так же, как и поверхностные, должны быть защищены от загрязнения и истощения.

Распространение ММП благоприятствует процессу инфильтрации в подземные горизонты загрязненных поверхностных вод. Подземные воды комплекса, обладая естественным напором и фильтрационным потоком, представляют собой источник поступления в поверхностные воды растворенных солей (хлоридов и сульфатов) и токсичных элементов (Mg, Br, B, Sr). Учитывая мерзлотные условия территории, глубину распространения водоносных коллекторов и местного базиса эрозии, следует подчеркнуть нецелесообразность размещения резервуаров промышленных отходов в границах водоносного горизонта. Из-за высокой минерализации (350–450 г/л) и насыщенности токсичными химическими элементами (Sr, Br, B, F, Mo, Co, Be) выделяемые в разрезе продуктивных горизонтов высокоминерализованные рассолы представляют значительную

экологическую опасность в случае попадания на поверхность. Поэтому в процессе разработки месторождения возникает проблема утилизации попутных вод.

Таким образом, одним из основных факторов воздействия на природную среду при эксплуатации Чаяндинского НГКМ – является оттаивание многолетнемерзлых пород. Именно они должны стать объектами систематического контроля, т.е. мониторинговых исследований, предусматривающих периодические наблюдения.

#### Литература

1. Разработка опытного образца устройства для термостабилизации мерзлой породы / П.Л. Павлова, М.В. Колосов, П.М. Кондрашов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2014. – №6. – С. 679 – 698.
2. Шанаенко В.В. Бурение в вечной мерзлоте больше не проблема // Нефтегазовая вертикаль. – Тюмень, 2014. – С. 48 – 50.
3. Шац М.М. Геоэкологические проблемы освоения Чаяндинского газоконденсатного месторождения (Западная Якутия) // География и природные ресурсы, 2010. – №2. – С. 51 – 54.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Ю.Н. Дубовик

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Арктический шельф хранит в себе огромные запасы углеводородного сырья. Процесс добычи нефти на шельфе неизбежен, так как по различным оценкам шельф может содержать до 80% потенциальных углеводородных запасов России.

Освоение арктического шельфа, характеризуется следующими основными особенностями: суровыми природно-климатическими условиями и сложной ледовой обстановкой, отсутствием необходимой береговой инфраструктуры, необходимостью создания транспортной системы (танкерный вывоз, с использованием дорогостоящих танкеров высокого класса).

Проведение геологоразведочных работ наносит ущерб морским организмам и экосистеме Арктики в целом. Уже при определении нефтегазоносности морской сейсморазведкой возникает эффект гидроудара, который приводит к гибели или поражению органов и тканей взрослых рыб и мальков. Шумы, создаваемые при сейсморазведке, мешают морским организмам в определении других звуков, поиске пищи, а также общении между собой. Многие виды рыб покидают районы геологоразведочных работ. Вслед за ними уходят и хищники, оставляя излюбленные места обитания [1]. Кроме того, многим организмам для существования необходимы строго определенные условия, и вследствие того, что они не успеют освоиться в новой среде, возможна их гибель.

Бурение скважин ведется в тех районах, где сейсмические исследования дают положительные результаты при определении нефтегазоносных структур. Бурение сопровождается огромным количеством выбросов в гидросферу, атмосферу. Выбросы в гидросферу встречаются как в жидком, так и в твердом виде. Объемы этих сбросов составляют около 5000 м куб. на пройденную скважину и представлены в виде отработанных буровых растворов и шламов. Жидкие отходы

включают в себя большое количество токсичных примесей (необходимы для слаженной работы бурового оборудования), тяжелых металлов (накапливаются из выработок горных пород), глинистых взвесей (повышают мутность воды в местах сброса). Наиболее опасно использование буровых растворов на нефтяной основе, пропитанные данным раствором шламы – главный источник нефтяного загрязнения при буровых работах.

Еще одним значимым источником загрязнения является сброс пластовых вод, которые поступают из скважин. Состав этих вод отличается не только высоким содержанием нефтяных углеводородов и тяжелых металлов, но и аномальной минерализацией, которая чаще всего выше солености морской воды, что может нарушить гидрохимический режим в районе сброса пластовых вод. Кроме того, в их составе присутствуют природные радионуклиды, которые при контакте с морской водой осаждаются и образуют локальные микроскопления [1].

Освоение нефтегазовых месторождений сопровождается аварийными разливами нефти. Чаще всего причинами таких аварий служат: выход оборудования из строя, ошибки персонала и экстремальные природные условия. Экологические последствия таких выбросов особенно тяжелы тогда, когда происходят вблизи берегов или в районах, где замедлен водообмен.

Аварии при буровых работах - это неожиданные залповые выбросы жидких и газообразных углеводородов из скважины в процессе бурения при вскрытии зон с аномально высоким пластовым давлением [1]. Очень редко при высоких перепадах давления авария будет иметь длительный катастрофический характер, для остановки которой будет необходимо бурить наклонные скважины. Другой вид аварий заключается в регулярных «нормальных» выбросах, которые останавливаются за несколько часов без дополнительного бурения скважин. Опасность таких выбросов - их регулярность, т. е. хроническое воздействие на морскую среду. Разовые или регулярные аварии приводят к нарушениям морской экосистемы: ухудшается химический состав воды и ее физические показатели (прозрачность, температура и пр.), гибнут живые организмы.

Освоение нефтегазовых месторождений всегда сопровождаются выбросами в атмосферу. Самый распространенный источник таких выбросов – сжигание попутного газа и избыточных количеств углеводородов (до 30% сжигаемых углеводородов выбрасывается в атмосферу и выпадает на морскую поверхность в виде пленок). Среди выбросов выделяются основные следующие:

- выбросы «парниковых» газов, таких как  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , которые влияют на изменение климата. Основная часть выбросов происходит при сжигании нефти или газа для производства энергии, а также при сжигании попутного газа;

- выбросы  $\text{NO}_x$ , образующиеся при сжигании попутного газа и газа в турбинах, которые необходимы для получения энергии, которые могут нанести серьезный экологический ущерб береговым экосистемам (из-за большого содержания данного вещества в атмосфере могут возникнуть «кислотные дожди»);

- выбросы  $\text{nmVOC}$  (летучие органические углеводороды неметанового ряда), которые образуются в результате испарения сырой нефти при ее хранении или перегрузке, так как при реакции  $\text{nmVOC}$  с  $\text{NO}_x$  под воздействием солнца образуется озон, высокие концентрации которого могут нанести вред людям, животным, растительности, строениям.

При длительной эксплуатации месторождения повышается сейсмоопасность региона, в результате истощения обширных территорий пород, под тяжестью

может произойти обрушение верхних слоев породы, что будет способствовать распространению ударной волны и возможным землетрясениям.

Для Арктического шельфа риски при транспортировке углеводородного сырья выше других регионов. Судостроительство и создание морских производственных объектов в данном регионе требует особого внимания для уменьшения экологических рисков. Танкерная транспортировка повышает риски загрязнения водной среды, в первую очередь за счет аварийного или преднамеренного сброса транспортируемых продуктов, а также горюче-смазочных материалов с буровых установок, судов и обслуживающих механизмов.

В связи со сложными системами подводных трубопроводов протяженностью в 100-1000 км для перекачки нефти, газа и конденсата транспортировка по трубопроводной системе сопровождается экологическими рисками. Масштаб поражения организмов в зоне аварии во многом определяется величиной утечки, что зависит от характера повреждения. Несовершенство технологии строительства приводит к снижению качества строительно-монтажных работ, возникновению различных дефектов в металле стенки труб и снижению безопасности эксплуатации газопроводов. Главными причинами аварий являются: внешние факторы, а именно земляные работы вблизи трубопроводов, оползни, диверсии – 45,3%; брак строительно-монтажных работ – 20,8%; технические факторы – выход из строя затворов, несовершенство вентилей, заводской брак – 5,6%; причины организационного характера – 11,3%; коррозия – 13,2%; прочие – 3,8% [1].

Транспортировка углеводородного сырья по железной дороге не дает преимуществ перед остальными способами. К основным авариям и инцидентам (утечка) при перевозке нефтепродуктов в цистернах железнодорожного состава относятся следующие: столкновение поездов, механическое воздействие на состав, обрушение мостов, попадание искры вследствие чего произойдет возгорание содержимого цистерн, сход поездов с рельсов из-за неблагоприятных природно-климатических условий, нарушение правил безопасности, а также человеческий фактор.

Для предотвращения экологических проблем необходимо:

- проводить оценку воздействия нефтегазовой деятельности на окружающую природную среду независимыми экспертами и на регулярной основе;
- организовывать общественные обсуждения плана предотвращения и ликвидации аварийных разливов нефти (утечек газа) для объектов Арктического шельфа;
- обеспечить внедрение наилучших технологий и высоких экологических стандартов, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду: сокращение выбросов в атмосферу и минимизацию количества химических отходов, попадающих в морскую среду при эксплуатации нефтегазовых месторождений;
- принимать меры по снижению нарушенных территорий, а также создать на особо чувствительных и ценных участках Арктического шельфа зоны, свободные от нефтегазовой деятельности (в местах нереста ценных и редких пород рыб, гнездования птиц и т.д.);
- определить фиксированные маршруты транспортировки углеводородного сырья для Арктического шельфа, которые необходимо устанавливать на достаточном расстоянии от берега, что поможет избежать воздействия на места нереста рыбы и гнездования птиц;



- обеспечить систематический мониторинг процесса функционирования трубопроводной системы;

- внедрять наилучшие технологии и наиболее высокие экологические стандарты, направленные на минимизацию негативного воздействия трубопроводной системы на окружающую среду, а также обеспечивать безаварийное функционирование трубопроводных систем [1].

Подводя итоги, можно сказать, что освоение месторождений Арктического шельфа сопровождается огромным количеством выбросов в атмосферу и сбросов в гидросферу, также техническая оснащенность транспортировки нефтепродуктов Арктического шельфа остаётся на низком уровне, что повышает антропогенную нагрузку на окружающую среду.

#### Литература

1. Лесихина Н., Рудая И., Киреева А., Кривонос О., Кобец Е. Нефть и газ российской Арктики: экологические проблемы и последствия [Электронный ресурс]. URL: [http://www.bellona.ru/reports/oil\\_gas\\_report\\_ru](http://www.bellona.ru/reports/oil_gas_report_ru).
2. Богоявленский В.И. Углеводородные богатства Арктики и Российский геофизический флот: состояние и перспективы. Морской сборник. – М.: ВМФ, 2010, №9. – С. 53 – 62.
3. Богоявленский В.И. Нефтегазодобыча в Мировом океане и потенциал российского шельфа. ТЭК стратегии развития. – М., 2012. – №6. – С. 44 – 52.

#### **АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОЕКТОВ ПО ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА В РАЙОНЕ ОСТРОВА САХАЛИН НА СОХРАНЕНИЕ ПОПУЛЯЦИИ СЕРЫХ КИТОВ**

**А.И. Евдокимова**

Научный руководитель доцент Т.Г. Тен

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В условиях интенсивного освоения нефтегазоносных месторождений в северо-восточных водах о. Сахалин особенно важно сохранить биоразнообразие этого региона. Наиболее остро эта проблема стоит для обитающей здесь в летний и осенний сезоны крайне малочисленной охотско-корейской популяции серых китов. Популяция отнесена к I категории Красной книги Российской Федерации, ей присвоен статус находящейся под угрозой исчезновения.

Долгие годы охотско-корейская популяция серых китов считалась полностью истребленной. В сентябре 1983 г. в прибрежной зоне северо-восточного Сахалина была обнаружена небольшая группа китов. С этого времени проводятся экспедиционные работы по мониторингу данной популяции. Главной причиной резкого сокращения численности всех популяций серых китов в XIX веке и до 30-х годов нашего столетия был бесконтрольный китобойный промысел в районах зимовок и размножения охотско-корейской популяции у берегов Кореи и Японии.

Основной нагульный район популяции расположен поблизости от Пильтун-Астохского, Одоптинского и Чайвинского месторождений, разрабатываемых проектами «Сахалин-1» и «Сахалин-2». Это связано с большой биопродуктивностью Пильтунского района. Большинство животных концентрируется на шельфовом мелководье с глубиной до 20–25 м, реже глубина

достигает 50 м, в районе 5-километровой прибрежной зоны. Численность популяции 120-130 особей [2].

Всемирный фонд дикой природы России с 2004 г. проводит исследования оказываемого воздействия на серых китов шельфовых нефтегазовых проектов. Эксперты отмечают, что в течение нескольких лет киты подвергаются воздействию шума при сейсморазведке, установке платформы, прокладке подводного трубопровода и других видов работ. Беспокойство от производимого шума может нарушить нормальный ритм питания китов и привести к недокорму, ослаблению и гибели животных. Несколько лет киты уходили на зимовку голодными. Впервые в 1999 году учеными были зафиксированы 10 необычно истощенных китов. В 2000 году таких особей было уже 27.

В стаде охотско-корейских китов рождается по два-три детеныша в год. Гибель даже одной размножающейся самки может подтолкнуть популяцию к исчезновению. Опасны столкновения с судами, обслуживающими нефтегазовые проекты, а также аварийные разливы нефти. Низкие темпы размножения китов связаны с началом интенсивного освоения шельфа острова Сахалин [3].

Даже при соблюдении всех природоохранных законов, сложно избежать неблагоприятных экологических последствий в районах нефтегазоразработок. Так, в районах добычи нефти в Мексиканском заливе отмечены высокие концентрации ртути в тканях различных промысловых видов рыб и значительное превышение предельно допустимой концентрации метилртути у людей. Загрязнение ртутью, содержащейся в буровых растворах, наиболее интенсивно в пределах 200-метрового радиуса вокруг платформы, и концентрация ртути остается опасно высокой в течение 12 лет после прекращения бурения [4].

Охотско-корейская популяция серых китов оказалась под влиянием токсических и акустических воздействий нефтегазовых разработок с момента установки и начала эксплуатации первой буровой платформы – "Моликпак" установленной осенью 1998 г. Практически сразу после начала первой стадии нефтепоисковых работ на шельфе острова в конце 1960-х годов все серые киты быстро покинули прибрежные воды около залива Пильтун и отошли далеко в море. Вернулись они только после окончания работ по нефтеразведке.

Низкочастотный звук, производимый при сейсморазведке, оказывает крайне негативное воздействие на китов, приводит к нарушению слуха. Сильнейшее акустическое воздействие китам трудно переносить даже на значительном расстоянии. Летом, в начале нагула, сейсмика намного вреднее, чем осенью. Зимой киты почти не питаются, поэтому приходят на «пастбище» ослабленными. Во втором «морском кормовом районе», к востоку от залива Чайво, для них слишком глубоко, поэтому Пильтунский участок крайне важен для выживания охотско-корейской популяции» [1].

Согласно данным Консультативной группы по сохранению охотско-корейской популяции серых китов численность китов в 2009 г. у Пильтунского залива, сократилась.

Благодаря равнодушному отношению природоохранных предприятий страны и желанию нефтяных компаний сотрудничать в решении проблемы исчезновения популяции серых китов наметился прогресс. Нефтяные компании «Эксон Нефтегаз» и «Сахалин Энерджи» создали комплексную Программу по изучению и мониторингу охотско-корейской популяции серых китов у северо-восточного побережья острова Сахалин.

Компания «Сахалин Энерджи» перенесла трассу морских трубопроводов, соединяющих две добывающие платформы расположенные на Пильтун-Астохском месторождении с наземной системой трубопроводов, на 20 километров южнее первоначального маршрута, чтобы отдалить ее от основной зоны нагула китов.

В 2014 г. численность серых китов в водах северо-восточного Сахалина заметно выросла. Было обнаружено 12 детенышей кита, что является наивысшим показателем за последние 10 лет.

На сегодняшний день интересы нефтедобывающих компаний ставятся намного выше, чем интересы окружающей среды, потому угроза вымирания серого кита в регионе по-прежнему велика. Для спасения популяции необходимо ввести повышенные требования по экологической безопасности, которые должны изначально закладываться в проекты новых буровых платформ и применяться к уже эксплуатируемым.

#### Литература

1. Берзин А.А., Владимиров В.Л. Антропогенное воздействие на китов Охотского моря // Известия ТИНРО, 1996. – Т. – 121. – С. 4 – 8.
2. Блохин С.А. Распределение, численность и поведение серых китов американской и азиатской популяций в районах их летнего распределения у берегов Дальнего Востока // Известия ТИНРО, 1996. – Т. – 121. – С. 36 – 53.
3. Владимиров А.В., Владимиров В.А., Стародымов С.П. и др. Распределение и численность серых китов (*Eschrichtius robustus*) охотско-корейской популяции в прибрежных водах северо-восточного Сахалина в июне-октябре 2005 г. (по данным береговых учетов) // Морские млекопитающие Голарктики. – СПб, 2006. – С. 135 – 141.
4. Мойсейченко Г.В., Блинов Ю.Г., Симоконов М.В. Влияние нефтегазовых разработок на объекты прибрежного рыболовства // Человек в прибрежной зоне: опыт веков. – Владивосток: Изд-во ТИНРО, 2002. – С. 59 – 69.

#### **ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СКОПЛЕНИЯ НА СТАДИИ ПОДГОТОВКИ ОБЪЕКТОВ К ПОИСКОВОМУ БУРЕНИЮ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ДОНБАССКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА)**

**К.С. Ефанова, Е.А. Щепкова**

Научный руководитель доцент В.М. Андреев  
*Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Согласно «Временному положению об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ», утвержденному приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 07.02.2001 г. № 126, моделирование ожидаемой залежи на второй стадии поисково-оценочного этапа предполагает определение морфологических параметров ловушки и пространственного положения границ залежи, прогнозирование фазового состояния углеводородов и подсчет перспективных ресурсов по категории  $C_3$ .

Методические приемы и способы прогнозирования нефтегазоносности недр следует рассматривать применительно к конкретному региону, характеризующемуся определенным геологическим строением и историей развития. В качестве такого региона выбран Северо-Донбасский нефтегазоносный район,

тектонически приуроченный к южному склону Воронежской антеклизы и входящий в состав Днепровско-Припятской нефтегазоносной провинции.

В разрезе Северо-Донбасского нефтегазоносного района выделяются два регионально нефтегазоносных мегакомплекса: ниже-среднекаменноугольный карбонатный и среднекаменноугольно-нижнепермский карбонатно-терригенный. Их промышленная продуктивность доказана открытием 14 месторождений, содержащих 78 нефтяных, газовых и газоконденсатных залежей. Кроме того, в отдельных структурных и поисковых скважинах установлены прямые признаки нефтегазоносности разреза, в том числе непромышленные притоки углеводородов.

Вполне очевидно, что размеры ожидаемой залежи определяются пространственным положением границы раздела «вода – углеводороды» (ВУР), которую на рассматриваемой стадии геологоразведочных работ целесообразно и достаточно аппроксимировать горизонтальной плоскостью.

Анализ морфологических параметров ловушек и залежей Северо-Донбасского нефтегазоносного района позволил установить наличие двумерной линейной связи между гипсометрическими отметками поверхности ВУР ( $\Gamma_{\text{ВУР}}$ ) и сводовой части ловушки ( $\Gamma_{\text{Л}}$ ), описываемой уравнением регрессии

$$\Gamma_{\text{ВУР}} = 1,0092 \times \Gamma_{\text{Л}} - 13$$

Высокое (0,99) значение коэффициента парной корреляции этого уравнения, а также аналогичные связи, полученные нами ранее по месторождениям Западной Сибири, краевых мезозойских депрессий Сибирской платформы [3] и Терско-Каспийского краевого прогиба [4], дают основание рекомендовать этот методический прием геометризации ожидаемой залежи и для других нефтегазоносных территорий различного геологического строения.

При этом отметим, что гипсометрия свода ловушки является одним из немногих параметров, сравнительно достоверно (при наличии надежной скоростной характеристики разреза) определяемых по материалам МОВ ОГТ, полученным в процессе детализации строения объекта поискового бурения.

В соответствии с осадочно-миграционной теорией формирования нефтяных и газовых месторождений, основными факторами, обуславливающими образование углеводородов нефтяного ряда из органического вещества, рассеянного в породах, и их последующего превращения в недрах, являются температура, давление и геологическое время.

Для учета совокупного влияния этих факторов на процессы преобразования органического вещества пород и углеводородов в залежах нами использованы комплексные параметры – экспоненциальная геохронотерма ( $\varepsilon_{\tau}$ ) и экспоненциальный хронобарический градиент ( $\varepsilon_{\beta}$ ), теоретическое обоснование которых дано А.Н. Резниковым [1].

Экспоненциальная геохронотерма и экспоненциальный хронобарический градиент рассчитываются по формулам:

$$\varepsilon_{\tau} = 10^{\tau_{\Sigma}/1000} \quad \text{и} \quad \varepsilon_{\beta} = 10^{\beta_{\Sigma}/1000}$$

где  $\tau_{\Sigma}$  – геохронотерма, представляющая собой произведение логарифма геологического времени (млн. лет) на пластовую температуру ( $^{\circ}\text{C}$ );  $\beta_{\Sigma}$  – хронобарический градиент, определяемый отношением пластового давления (МПа) к логарифму геологического времени (млн. лет); 1000 – коэффициент, учитывающий влияние псевдоэнергии активации процесса катагенеза.

Основой для определения количественных значений экспоненциальной геохронотермы и экспоненциального хронобарического градиента послужили

хронотермобарические диаграммы. Они были построены с использованием кривых погружения, характеризующих изменение во времени глубины залегания нефтегазоносных комплексов в пределах локальных (зональных) объектов.

Оценка максимальной температуры, воздействию которой подвергались осадочные породы нефтегазоносных комплексов, основана на изучении отражательной способности витринита из углистого детрита вмещающих пород, которая закономерно изменяется с глубиной их погружения. Количественные значения этого параметра определены по шкале соотношения температуры и отражательной способности витринита, приведенной в методическом руководстве РД-39-9-134-79 МНП СССР и ИГиРГИ.

Палеодавление на всех этапах геологического развития региона определялось глубиной погружения продуктивных (перспективных) комплексов, поскольку, согласно многочисленным исследованиям, в прошлом отсутствовали геологические факторы, которые могли бы обусловить возникновение в этих комплексах сверхгидростатического или аномально низкого пластового давления.

Рассчитанные значения экспоненциальной геохронотермы и экспоненциального хронобарического градиента сопоставлены со схемой вертикальной фазово-генетической зональности углеводородных скоплений в осадочном чехле земной коры, составленной путем статистической обработки фактического материала более чем по 1400 месторождениям земного шара [1, 2]. На этой схеме выделены шесть зон углеводородонакопления, характеризующихся конкретными пределами изменения экспоненциальной геохронотермы и экспоненциального хронобарического градиента: газовая верхняя, нефтяная, нефтегазоконденсатная, газоконденсатная, конденсатно-газовая и газовая нижняя.

Результаты сопоставления дают основание считать, что, в частности, в западной части Принадвиговой зоны южного склона Воронежской антеклизы в карбонатных отложениях прикамского горизонта следует ожидать открытия нефтяных залежей, а в разрезе Междувиговой зоны эти же осадочные образования будут содержать преимущественно газоконденсатные залежи.

Отметим также, что на формирование современного облика локальных скоплений могут оказывать влияние углеводородные газы, мигрировавшие с территории Донецкого складчатого сооружения, в разрезе которого материнские отложения длительное время находятся в газовой нижней зоне.

#### Литература

1. Резников А.А. Хронотермобарические условия размещения углеводородных скоплений // Советская геология, 1985. – № 6. – С. 17 – 30.
2. Резников А.Н., Стерленко Ю.А., Ярошенко А.А., Васин Б.Г., Андреев В.М. Прогноз фазового состояния углеводородов в верхнепротерозойских и палеозойских продуктивных комплексах Непско-Чонского мегасвода и Вилюйской синеклизы // Геологические и геолого-экономические исследования нефтегазоносности Восточной Сибири. – М.: МИНХиГП, 1985. – С. 53 – 65.
3. Стерленко Ю.А., Андреев В.М. К вопросу о прогнозировании положения ВНК и коэффициента заполнения ловушки по мезозойским залежам нефти на территории ЧИАССР // Нефть и газ. – Баку, 1984. – № 5. – С. 61 – 94.
4. Стерленко Ю.А., Андреев В.М. Некоторые вопросы построения модели залежи по перспективным поднятиям Лено-Вилюйской газонефтеносной субпровинции // Нефть и газ. – Баку, 1984. – № 5. – С. 29 – 34



**ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

**Э.Я. Зейналов**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Широко известно, что по совокупности показателей токсичности и масштабам вовлечения в хозяйственную деятельность нефть является одним из наиболее существенных факторов экологического риска для биоты вообще, а арктической особенно в силу особой уязвимости природной среды к техногенному и антропогенному загрязнению. В составе нефти содержатся мутагены, канцерогены, ингибиторы биосинтеза и другие токсиканты. Разливы, как показывает практика, могут произойти на всех этапах: добычи, транспортировки нефти или нефтепродуктов, а так же хранения.

Среди потенциальных источников – фонтанирование скважины в периоды разведки или добычи, выбросы и утечки из резервуаров для хранения нефтепродуктов (на суше, разведочных, добывающих платформах), трубопроводов, а также в результате аварий с участием автомобильного, железнодорожного, речного или морского транспорта.

Недавние многочисленные исследования, проведенные в США, показывают, что последствия долговременных нефтяных разливов, которые влияют на температуру и субарктическую прибрежную среду, могут сохраняться дольше предыдущих прогнозов. Например, во время аварии нефтяного танкера «Еххон Valdez» в 1989 г., который сел на мель в заливе штата Аляска, остаточная нефть, попавшая в окружающую среду, оставалась там значительно дольше, чем прогнозировали ранее. В 2005 г. учёными было обнаружено, что нефть лишь немного выветрилась вдоль зоны разлива. Специалисты прогнозируют, что приповерхностная нефть может оставаться в почве на протяжении многих лет и даже десятилетий.

Предотвращение и ликвидация разливов нефти в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), оценка угроз и ущерба прибрежным территориям предполагают использование новейших технологий и оборудования, разработку системы математических моделей, предполагающих численное решение многофакторной и нелинейной задачи. Наибольшую сложность в преодолении названных проблем вызывает не материковая часть АЗРФ, а зона шельфа и прибрежные территории.

Как известно, в арктической зоне Российской Федерации низкие значения температуры и солености. Для зимних условий Арктики характерны: низкие температуры, экстремальные и непредсказуемые погодные условия, полярная ночь, а также образование и движение морских льдов. Любое из перечисленных условий не только является фактором повышения рисков значительных аварийных разливов нефти, но и снижает эффективность мероприятий по их ликвидации.

Распространение нефти на сплошном льду аналогично ее распространению на земле. Скорость распространения зависит в основном от вязкости нефти, поэтому при низких температурах отмечается тенденция к замедлению скорости распространения. Итоговая общая площадь загрязнения зависит от неровностей на поверхности льда. Даже у гладкого однолетнего морского льда поверхность достаточно неровная, а дискретные деформации льда, такие как напластование, образование ледяных валунов и торосов могут привести к локальному увеличению неровностей, возвышающихся на десятки метров над уровнем моря. Нефть, разлитая

на неровную ледяную поверхность, может полностью удерживаться в закрытом объеме, ограниченном торосами и ледяными заторами. Это приводит к тому, что пятна нефти на льду, как правило, толще, а порядок их распространения значительно меньше, чем у аналогичных пятен, разлитых на поверхности открытой воды. Если лед покрыт слоем снега, то снег абсорбирует разлитую нефть, еще более снижая ее распространение. При разливе на снеговой покров нефть стекает вниз к слою льда, а затем медленно разливается по его поверхности под снегом.

В определенных случаях погодные условия Арктики могут быть благоприятными для ликвидации нефтяных разливов. Однако в целом арктические условия только препятствуют эффективным методам локализации и ликвидации разливов нефти, работе соответствующего оборудования, существенно повышают экологические и экономические риски. В настоящей статье предпринята попытка определения основных направлений фундаментальных научных исследований в целях локализации и ликвидации загрязнения нефтью. Совершенно очевидно, что каждое из арктических морей располагает специфическими региональными особенностями. Поэтому проведение исследований и последующая разработка практических рекомендаций по локализации и ликвидации нефтяных разливов с методологической точки зрения предполагают формирование соответствующих каждому конкретному региону экологических стандартов, норм и требований.

Основными экологическими угрозами в Арктической зоне России являются загрязнения, накопление отходов, высокие риски и нерентабельные затраты при освоении природных ресурсов, глобальные изменения климата и их влияние на зону вечной мерзлоты, развитие опасных природных процессов, которые увеличивают экологический риск и наносят ущерб арктической зоне.

На данное время используются несколько основных методов ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов: механический, термический, физико-химический и биологический.

*Механический сбор нефти* является основным методом ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов. Он является наиболее эффективным в первые часы после разлива. Это связано с тем, что в это время толщина слоя нефти остается достаточно большой. Однако при малой толщине нефтяного слоя, большой площади разлива процесс отделения нефти от воды становится более затруднительным. Осложнения по очистке акваторий портов и верфей от нефти и нефтепродуктов вызывает также мусор, плавающий на поверхности воды.

*Термический метод* основан на выжигании слоя нефти. Он используется в начале и после загрязнения, до образования эмульсий с водой и применяется в сочетании с другими методами ликвидации разлива.

*Физико-химический метод* основывается на использовании реагентов и является эффективным в тех случаях, когда механический сбор нефти и нефтепродуктов невозможен (при малой толщине пленки, или когда разлив нефти и нефтепродуктов является угрозой для прилегающих районов).

*Биологический метод* представляет собой очистку воды с использованием специальных бактерий. Он основывается на определенных приемах, которые ускоряют процессы деградации нефтепродуктов, и используется после применения механического и физико-химического методов при толщине пленки не менее 0,1 мм.

При выборе метода ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов нужно исходить из следующих условий: выполнение всех работ должно осуществляться в кратчайшие сроки; операции по ликвидации разлива нефти нефтепродуктов должны

нанести минимальный экологический ущерб, а площади должны быть меньшими, чем сам аварийный разлив.

Бурение в Арктических зонах, а так же на их шельфах крайне опасно: в мире не существует успешных практик по ликвидации нефтяных разливов в ледовых условиях. Если акватория моря покрыта льдами хотя бы на 10%, механические средства сбора теряют свою эффективность. Что тогда говорить о массивах арктического льда? При экстремально низких температурах нефть становится густой, что может затруднить работу насосов и других механических средств, использующихся при ликвидации разливов. Другой популярный метод уборки нефти – сжигание может не сработать из-за удаленности платформы: необходимое для этого оборудование нужно доставить к месту аварии в течение 50 часов, так как позже разлитая нефть становится непригодной для сжигания.

В рамках реализации масштабной международной междисциплинарной межотраслевой программы, которая осуществлялась на протяжении четырех лет (2006–2009 гг.), были проведены два полевых исследования в Баренцевом море (Норвегия) между 78 и 79° с.ш. в восточной части архипелага Шпицберген (Свальбард) в условиях присутствия пакового льда. В 2008 г. исследователи провели два нелокализованных небольших разлива нефти общим объемом 0,8 м<sup>3</sup> (5 баррелей) с целью испытания собирающих ПАВ на эффективность утолщения нефтяной пленки в условиях открытого пакового льда, достаточных для сжигания нефти. Испытания увенчались полным успехом: ученые зафиксировали эффективность удаления нефти более 90%. Такие полевые испытания эффективности применения локализирующих ПАВ в сочетании с методом сжигания нефти на месте разлива в арктических водах проводились впервые. В рамках проекта 2009 г. были проведены три разлива (объемом 0,5; 2,0 и 7,0 м<sup>3</sup>) среди плотного пакового льда (более 80%) для исследования выветривания и поведения нефти, а также оценки эффективности мероприятий ЛАРН. В ходе испытаний было выяснено, что сжигание толстой нефтяной пленки, сконцентрированной между паковыми льдинами, является очень эффективным (что подтвердили и предыдущие исследования в Канаде и других странах); применение диспергентов является потенциально эффективным при ликвидации разливов нефти среди пакового льда при условии достаточного перемешивания; при низкой сплоченности льда можно применять огнеупорные боны, как для сбора, так и для сжигания нефти с высокой эффективностью. Измерения показателей выветривания и сжигаемости нефти, подтвержденные как лабораторными, так и полевыми исследованиями, были использованы для разработки моделей, способных прогнозировать период применимости сжигания нефти для различных условий разлива (Sorstrom et al., 2010) [1].

#### Литература

1. Поттер С., Диккенс Д., Оуэнс Э. Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе [Электронный ресурс]. URL: <http://s03.static-shell.com/content/dam/shell-new/local/country/rus/downloads/pdf/wpc/new-oil/osr-book-rus.pdf>

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ  
АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА****И.В. Иванов, В.А. Смирнов**

Научный руководитель ассистент Е.Н. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Россия находится на лидирующих позициях по добыче нефти и газа, которая, в связи с истощением легко извлекаемых углеводородов (УВ) на суше, может упасть. Чтобы удержать лидерство, необходимо открывать и разрабатывать новые месторождения. По мере освобождения ото льдов и развития северного морского пути, весьма перспективной областью для добычи УВ становится Арктика.

Работа нефтедобывающих компаний в Арктике может нанести колоссальный вред хрупкой экосистеме, а впоследствии отразиться и на здоровье человека.

Арктические климатические условия, такие как экстремально низкие температуры, ограниченная видимость или плохая освещённость, движущиеся льды чрезвычайно сильные ветра и шторма повышают вероятность аварийных ситуаций или ошибок, которые могут привести к разливу нефти. Разливы нефти в море могут произойти на любом из этапов хранения, транспортировки или добычи нефти. Конкретный пример неудачного устранения нефтяного пятна: авария танкера компании Еххон «Еххон Вальдес».

Инцидент произошёл 24 марта 1989 г. вблизи Аляски, танкер Еххон налетел на Блайт-риф. В результате аварии более 250 тыс. баррелей нефти вылилось в море, образовав огромное нефтяное пятно протяжённостью 28 тыс. км<sup>2</sup> [1]. Быстрая реакция спасательных служб оказалась невозможна из-за труднодоступности района аварии. В связи со спокойствием поверхности моря и отсутствием больших волн не наблюдалось перемешивание диспергента с нефтью, поэтому его использование было прекращено [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Первая попытка сжечь нефть увенчалась успехом, но сгорела только часть нефти. Дальнейшие попытки были прекращены из-за низких температур и сильного ветра. Механическая очистка тоже оказалась менее эффективной, чем рассчитывалось: толстый слой нефти, перемешанный с бурыми водорослями, засорял оборудование. Нефть стекала в береговые пещеры. Принятое решение удалить её горячей водой под высоким давлением уничтожило бактериальную популяцию береговой линии, некоторые из этих организмов были основой пищевых цепочек береговой морской фауны, а такие бактерии, как *Desulfobacter*, *Desulfobulbus*, *Pseudomonas methanica* var. *Scissa* и др., могли разлагать нефть [2]. Несмотря на все усилия по очистке, более 98 тысяч литров нефти впиталось в прибрежные песчаные почвы [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Освоение месторождений нефти и газа в Арктике технически более сложная задача, чем для какого-либо другого региона. Многие арктические условия существенно усиливают негативные последствия разливов нефти в водах. В условиях арктического климата нефть существует более длительное время, так как замедлен процесс её испарения и разложения. Восстановление флоры и фауны после разлива нефти происходит значительно медленнее, чем в других климатических зонах, в связи с тем, что многие виды животных имеют относительно большую продолжительность жизни и весьма медленный цикл смены поколений [3].

Арктические условия заметно снижают эффективность многих методов локализации и ликвидации нефтяного пятна и работы соответствующего оборудования.

*Сильные ветра* смещают или срывают боновое ограждение. Сжигание разлитой нефти на месте при высокой скорости ветра – сложная и опасная задача. В условиях ветра значительно снижается эффективность точечного распыления диспергентов.

*Лед* препятствует доступу к зоне разлива, затрудняя мониторинг и обнаружение разлива нефти. Нефть, находящаяся подо льдом, недостижима для применения диспергирующих веществ. Лед понижает энергию смешения. При низкой солености воды диспергаторы менее эффективны. С учетом этих факторов в арктическом регионе использование диспергентов не эффективно. Лед ограничивает действие судов и является препятствием для применения бонового ограждения, снижая скорость его установки. Суда-нефтеборщики работают менее эффективно из-за наличия ледовой крошки, которая забивает устройства сбора нефти. Затрачивается время на отделение льда от нефти. Требуются суда с усиленным корпусом. Подвижки льда непредсказуемы и невидимы. Определенные ледовые условия (ледовое сало) снижают эффективность сжигания нефти или затрудняют ее воспламенение. Развертывание огневого ограждения затруднено или невозможно.

*Низкие температуры* в условиях морского тумана приводят к обледенению боновых ограждений, что может привести к разрыву последних. Обледенение судов приводит к их неустойчивости. Повышенная вязкость нефти, связанная с низкими температурами, затрудняет ее извлечение и перекачку, а также снижает эффективность диспергирующих веществ. Экстремально низкие температуры могут значительно затруднить воспламенение или сделать его неэффективным.

Так как в Арктике выше вероятность возникновения аварийной ситуации и пагубнее её последствия, то к добыче углеводородов на крайнем севере надо относиться с наибольшей осторожностью. Сложности работы в арктической местности требуют учитывать все факторы, которые могут повлиять на устранение аварий для определенного месторождения, но прежде всего, следует не допускать аварийных ситуаций. Для этого следует проводить проверку оборудования на износ; проверку на готовность обслуживающего персонала к экстренным случаям и регулярные учения по устранению аварийных ситуаций.

#### Литература

1. Выброс нефти из танкера Эксон Вальдез. Википедия. [Электронный ресурс]. URL: <http://works.doklad.ru/view/S9vyKcajRnE.html>
2. Разложение нефти. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.activestudy.info/razlozhenie-nefti/>
3. Проблемы, связанные с ликвидацией последствий разливов нефти в арктических морях. [Электронный ресурс]. URL: <http://netess.ru/3knigi/1226083-1-razlivi-nefti-problemi-svyazannie-likvidaciey-posledstviy-razlivov-nefti-arkticheskikh-moryah-nastoyaschiy-otchet-vipuskaemiy.php#2>
4. Маричев А.В. Влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на проведение операций по ликвидации разливов нефти в замерзающих морях // Вести газовой науки: Современные подходы и перспективные технологии в проектах освоения нефтегазовых месторождений российского шельфа. – М.: Газпром, ВНИИГАЗ, 2015. – № 2 (22) – С. 142 — 144.



**ПРОБЛЕМА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ ПРИ ОСВОЕНИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ РЕСУРСОВ****Ю.Р. Исмаилов, Г.А. Гесь**

Научный руководитель инженер А.М. Горшков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Основная особенность геологической среды (ГС) состоит в том, что она является источником природных ресурсов, обеспечивающих жизнедеятельность человека. Освоение недр человеком связано с их комплексным изучением, добычей и переработкой ресурсов. Также человечество использует ГС для хранения углеводородного сырья, размещения промышленных, химически активных и других видов отходов производства. Многообразная хозяйственная деятельность человека по освоению недр с каждым годом расширяется и усиливается. Она стала оказывать заметное влияние не только на ГС, но и на среду обитания человека, на созданные им объекты и сооружения. Один из наиболее существенных видов техногенного воздействия на недра связан с освоением их углеводородных ресурсов.

Длительная и интенсивная разработка месторождений углеводородов нарушает природное состояние земной коры и «провоцирует» её изменение. Эти изменения заключаются вплоть до возникновения сильных и даже катастрофических геодинамических событий: землетрясений, активизации разломов, деформаций (просадок) земной поверхности, горизонтальных сдвигов массивов горных пород, поверхностного разломообразования, техногенных миграционных процессов. Влияние этих событий, как факторов промышленного и геоэкологического риска, ограничивается, главным образом, районами разработки месторождений углеводородов и смежными с ними зонами [3].

Кроме того, дополнительное влияние оказывают сейсмические (природные) события, которые могут приводить к сильным деформациям резервуара и покрышки с развитием в них повышенной трещиноватости и последующим возникновением флюидной разгрузки и интенсивного вертикального водогазообмена, что может привести к загрязнению ГС и водных ресурсов. Современные тектонические движения по активным разломам, которые могут быть существенно активизированы за счет добычи углеводородов, также представляют серьезную геоэкологическую опасность. В связи с этим необходимо рассматривать комплексное природно-техногенное воздействие на геологическую среду при освоении ресурсов углеводородов.

Интенсивность и масштабы природно-техногенной нагрузки на недра, несомненно, будут возрастать при обустройстве объектов, учитывая увеличивающуюся добычу углеводородного сырья. Поэтому вероятность возникновения различных форм чрезвычайных природно-техногенных геодинамических событий с негативными экологическими последствиями потенциально увеличивается. А последствия техногенного воздействия на геодинамическое состояние недр будут затрагивать не столько воздушную, водную и другие поверхностные компоненты окружающей среды, сколько компоненты ГС – твердую, жидкую и газообразную. В этом состоит принципиальное отличие разрушительной роли природно-техногенных геодинамических процессов от традиционных поверхностных факторов экологического риска. Поэтому целесообразно рассматривать возможные изменения качества компонентов геологической среды, как геоэкологические последствия природных и техногенных процессов.

Цель работы: рассмотреть проблему природно-техногенного воздействия на ГС при освоении углеводородных ресурсов и выявить пути минимизации этого воздействия на недра.

Важность и актуальность проблемы взаимодействия тектогенных (природных) и техногенных процессов на нефтяном месторождении определяются уникальностью самого месторождения, объемами извлекаемых запасов углеводородов, потенциальной экологической опасностью, связанной с большим количеством сероводорода, углекислого газа, растворенного в нефти и т.д. Также важность проблемы обуславливается реальным уровнем и масштабом природно-техногенных геодинамических событий, которые могут происходить на разрабатываемых месторождениях углеводородов.

Сложность данной проблемы определяется рядом аспектов, связанных: с недостаточной проработкой ряда теоретических и методических задач по интерпретации результатов комплексного мониторинга природно-техногенных геодинамических процессов; с высоким уровнем системности и комплексности предмета исследований; с многовариантностью потенциального развития событий; с отсутствием достаточно разработанных физико-математических моделей и прогностических признаков, обеспечивающих надежную оценку риска возникновения чрезвычайных геодинамических событий и их последствий.

Таким образом, без специально поставленных исследований невозможно с достаточной определенностью оценить уровень и масштабы природно-техногенных геодинамических процессов, которые могут сопровождать длительную эксплуатацию нефтяного месторождения. Невозможна дополнительная оценка степени риска возникновения возможных негативных промышленно-экологических последствий [2]. Все это наталкивает на мысль о необходимости комплексного изучения и природных, и техногенных процессов, происходящих в геологической среде.

Комплексное изучение природных и техногенных геодинамических процессов позволит с определенной вероятностью оценить:

1. Каков будет характер и интенсивность проявления напряженно-деформированного состояния резервуара при длительном отборе жидкости при очевидном снижении пластового давления?
2. Как поведет себя толща пород-флюидоупоров в течение длительной разработки месторождения и изменения во времени напряженно-деформированного состояния резервуара?
3. Каков будет уровень вертикальных и горизонтальных подвижек и деформаций в пределах разломных зон над экранирующей толщей, которые возникают в связи с развитием техногенных процессов в резервуаре?
4. Какова будет деформационная (сейсмическая) реакция геофизической среды в окрестностях месторождения на процессы в резервуаре, т.е. какова будет вероятность возникновения сильных индуцированных сейсмических событий?
5. Как поведет себя флюидная система, как один из источников экологической опасности, в деформируемой геофизической среде в условиях совместного развития природных и техногенных процессов?

В свою очередь потенциальный уровень и пространственный масштаб проявления вышеуказанных процессов должен быть соотнесен со степенью надежности и устойчивости систем и объектов нефтедобывающего комплекса

(объекты обустройства месторождения, фонд скважин, заводы, коммуникации, инфраструктура).

Изучение возможностей возникновения геодинамического риска в период длительной разработки нефтяного месторождения следует рассматривать как составную часть комплекса мер в системе промышленно-экологической безопасности нефтедобывающего предприятия, что позволит в дальнейшем не только сократить затраты на ликвидацию негативных последствий возможных аварийных ситуаций, но и разработать рекомендации по их предотвращению. Все это станет возможно при проведении постоянного сопряженного мониторинга состояния всех компонентов ГС при возникновении геодинамических событий и их последствий в районах природно-технических систем нефтегазового комплекса [4].

Таким образом, стратегия геодинамической безопасности освоения углеводородного потенциала большинства нефтяных месторождений должна исходить из необходимости решения двух ключевых проблем:

- 1) создание научно-обоснованной системы оценок риска возникновения чрезвычайных геодинамических событий природно-техногенного генезиса в районе месторождения и прогнозирование их экологических и промышленных последствий;
- 2) разработка системы мер по снижению возможного промышленного и экологического ущерба.

При этом один из важных исходных принципов должен состоять в том, что затраты на мероприятия по обеспечению геодинамической безопасности объектов должны быть несоизмеримо меньше затрат на ликвидацию возможных повреждений и аварий, вызванных природно-техногенными геодинамическими событиями, в случае если они возникнут в течение длительной разработки нефтяного месторождения [1].

В ходе работы было установлено, что природно-техногенное воздействие на ГС с каждым годом неуклонно усиливается из-за возрастающих потребностей человечества в углеводородных ресурсах, и лишь грамотный мониторинг и регулирование процессов в нефтегазовом комплексе принесет реальное уменьшение негативного влияния на недра. Такой подход позволит обеспечить минимизацию промышленного и геоэкологического риска от природно-техногенных геодинамических событий, индуцированных разработкой месторождения, что будет способствовать рациональному недропользованию и охране окружающей среды.

#### Литература

1. Одолев Г.О. Геоструктура, нефтегазоносность и прогноз эколого-геодинамической безопасности Среднего и Северного Каспия: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геол.-минерал. наук :25.00.36,25.00.12. – Волгоград, 2002. – 24 с.
2. Подавалов Ю.А. Экология нефтегазового производства. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.
3. Проект обустройства месторождения Тенгиз. Предварительная оценка воздействия на окружающую среду. – Алматы, 2004. Кн. 2. – 212 с.
4. Ширягин О.А. Геоэкологические основы геодинамического мониторинга Астраханского газоконденсатного месторождения: дис. к. г.-м. наук., Астрахань, 2002. – 142 с.

**МОРЯ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ КАК ИСТОЧНИК ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

**М.З. Кажумуханова**

Научный руководитель Т.Г. Перевертайло

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Впервые о глобальном потеплении и парниковом эффекте заговорили в 60-ых годах XX века, а на уровне ООН проблему глобального изменения климата впервые озвучили в 1980 году. Доказано [2], что изменение климата приводит к росту количества катастрофических природных явлений: засух, наводнений, ураганов, цунами. По данным международных экспертов, за последние 100 лет радикальным образом произошло отклонение от равновесного режима в земной атмосфере.

В настоящее время современные изменения климата рассматриваются как последствия парникового эффекта, обусловленного ростом содержания в атмосфере основных парниковых газов  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  [2, 7]. До настоящего времени доминирует мнение о том, что основным источником этих газов являются наземные экосистемы, в то время как Северный Ледовитый океан играет незначительную роль. Однако, согласно проведенным исследованиям [1, 3, 4,5, 6, 8, 9, 10], мелководный Арктический шельф является значительным источником  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  в атмосферу, что обусловлено деградацией подводной и прибрежной мерзлоты.

Наблюдаемое резкое сокращение и более позднее образование ледового покрова в Северном Ледовитом океане приводит к продолжительности безледного периода. На фоне происходивших в течение длительного времени (5-7 тысяч лет) плавных изменений термического режима подводной мерзлоты, связанных с ее затоплением, значительные изменения в масштабе нескольких десятилетий (или столетий) могут оказаться критическими и привести к резкому росту масштабов дестабилизации.

Моря Восточной Арктики являются источником парниковых газов в атмосферу Арктического региона и важной составной частью морского цикла углерода, поскольку ежегодная эмиссия  $\text{CH}_4$  в атмосферу Арктического региона из морей Восточной Арктики соизмерима с суммарной ежегодной эмиссией метана из акватории всех морей Мирового океана, а эмиссия  $\text{CO}_2$  соизмерима с величиной предполагаемого поглощения атмосферного  $\text{CO}_2$  из остальной акватории Северного Ледовитого океана [3, 4].

Согласно проведенным исследованиям [3, 4, 5, 8, 10] рассматриваются несколько возможных версий эмиссии метана, а именно: а) выделение газообразного метана из газогидратов, большие залежи которых обнаружены на шельфах морей Лаптевых, Новосибирского и Чукотского; б) выделение метана, захороненного в слое многолетней мерзлоты, при увеличении периода и глубины ее протаивания (к этой версии примыкает и версия, связанная с ролью небольших и относительно неглубоких карстовых озер, образованных в местах интенсивного таяния многолетней мерзлоты); в) вклад одной из крупнейших рек Восточной Сибири – Лены в перенос растворенного метана в моря Северного Ледовитого океана.

В свою очередь, источниками растворенного метана в водном столбе могут быть: 1) метан (биогенный), который синтезируется в современных морских осадках, накопленных после затопления шельфа; 2) метан (биогенный), который синтезируется из древнего углерода в развивающихся в подводной мерзлоте таликах; 3) метан (биогенный и термогенный), высвобождающийся при дестабилизации газгидратных залежей; 4) метан (термогенный и абиогенный),

осуществляющий восходящее движение по вновь образующимся газопроводящим путям из глубоких донных резервуаров и мантии [8].

Метан поступает в придонную воду из донных отложений в виде не только растворенного газа (диффузионный транспорт), но и в виде пузырьков, о чем свидетельствует вертикальное распределение концентраций в водном столбе, наличие областей экстремально-высоких концентраций, превышение зимних концентраций над летними, превышение поверхностных концентраций над придонными, а также геофизические данные, с помощью которых были зарегистрированы мощные выбросы пузырей в водную толщу [5, 8, 10].

Мощность современной эмиссии парниковых газов в морях Восточной Арктики, а также ее будущий прирост зависят от степени вовлечения в современный биогеохимический цикл метана и органического углерода, накопленного в наземной мерзлоте и донных отложениях в предыдущие климатические эпохи, и определяется скоростью деградации мерзлоты, ростом речного стока, особенностями гидрологического и седиментологического режимов в морях. Количественные характеристики современных потоков метана и их пространственно-временная изменчивость зависят от наличия газопроводящих путей в структуре осадочной толщи [8].

В ходе исследований, проведенных под руководством Н.Е. Шаховой и И.П. Семилетова, выделены несколько вариантов потенциальной эмиссии метана: плавное увеличение эмиссии в результате постепенного роста количества метана, поступающего из донных резервуаров (плавная диффузия через осадочные толщи) и резкое увеличение эмиссии в результате фильтрации газа из разрушенных донных депозитов метана. Рассмотренные сценарии роста эмиссии метана на Восточно-Сибирском шельфе позволяют сделать вывод о том, что резкий выброс метана из разрушающихся залежей газогидратов может привести к резкому изменению климата, что увеличивает вероятность климатической катастрофы. Восточно-Сибирский шельф является наиболее вероятным кандидатом для подобного выброса, учитывая, что потепление в этом регионе достигло рекордных значений, а также тот факт, что там предположительно находятся самые мелководные залежи газогидратов, дестабилизация которых происходит уже в течение 7-15 тыс. лет со времени их последнего затопления.

Таким образом, проблемы выброса метана в атмосферу на Восточно-Сибирском шельфе требуют более детального изучения, так как на сегодняшний день не изучены в полной мере. Расширение и углубление теоретических знаний о эмиссии  $\text{CH}_4$  в атмосферу и его роли в климатических изменениях помогут показать региональную и возможно глобальную значимость этих процессов для климата и всего человечества, в целом. Также необходимо дальнейшее развитие сети станций мониторинга выбросов парниковых газов, совершенствование средств обработки и анализа полученных результатов.

#### Литература

1. Аржанов М.М., Елисеев А.В., Демченко П.Ф., Мохов И.И. Моделирование изменений температурного и гидрологического режимов приповерхностной мерзлоты с использованием климатических данных (реанализа) // Криосфера Земли, 2007. –Т. XI. – № 4. – С. 65 – 69.
2. Отчет Межправительственной группы экспертов по изменениям климата, 2007. [Электронный ресурс], URL: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_ru.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_ru.pdf) [дата обращения 02.04.2013]



3. Семилетов И.П., Дударев О.В., Пипко И.И. и др. Морские исследования в Арктике на рубеже третьего тысячелетия // Исследования морских экосистем и биоресурсов / Отв. ред. В.А. Акуличев, В.П. Челомин. – М.: Наука, 2007. – С. 309 – 324.
4. Шахова Н.Е., Семилетов И.П., Салюк А.Н., Бельчева Н.А., Космач Д.А. Аномалии метана в приводном слое атмосферы на шельфе Восточно-Сибирской Арктики // Доклады АН, 2007. – Т. 414. – № 6. – С. 819 – 823.
5. Шахова Н.Е., Семилетов И.П., Сергиенко В.И., Салюк А.Н., Бельчева И.И., Космач Д.А. Состояние вопроса о роли Восточно-Сибирского шельфа в современном цикле метана // Изменение окружающей среды и климата. Природные катастрофы / Под ред. В.М. Котлякова. – М.: Изд-во «Пробел», 2008. – С. 164 – 176.
6. Anisimov O.A., Borzenkova I.I., Lavrov S.A, Strelchenko J.G. The current dynamics of the submarine permafrost and methane emissions on the shelf of the Eastern Arctic seas // Ice and Snow, 2012. – № 2. – P. 97 – 105.
7. Ozone Depletion, 1994: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1994. WMO Global Ozone Research and Monitoring Project. – Report № 37. – Geneva, Switzerland, 2007. – 572 p.
8. Shakhova N., Semiletov I., Gustafsson O. Methane from the East Siberian Arctic Shelf-Response // Science, 2010. – Vol. 329 (5996). – P. 1147 – 1148.
9. Shakhova N., Semiletov I., Leifer I., Rekant P., Salyuk A., Kosmach D. Geochemical and geophysical evidence of methane release from the inner East Siberian Shelf // Journal of Geophysical Research, 2010. – Vol. 115. – P. 58.
10. Shakhova, N., Semiletov I., Salyuk A., Joussupov V., Kosmach D., Gustafsson O. Extensive methane venting to the atmosphere from sediments of the East Siberian Arctic Shelf // Science, 2010. – Vol. 327 (5970). – P. 1246 – 1250.

**ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ВОЗМОЖНЫЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ**

**И.А. Карапузов**

Научный руководитель ассистент М.С. Егорова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Актуальность исследования заключается в необходимости поиска решений сохранности окружающей среды и недр в связи с ухудшающимся состоянием их экологии, обусловленным активным развитием промышленности и уменьшающимся количеством полезных ископаемых.

Цель исследования – определить основные проблемы рационального использования ресурсов при разработке нефтяных месторождений и предложить возможные альтернативы их решения.

Рассмотрим более подробно одну из основных проблем.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – это газ, растворенный в нефти. Добывается попутный нефтяной газ при добыче нефти, то есть он, по сути, является сопутствующим продуктом. Но и сам по себе ПНГ – это ценное сырье для дальнейшей переработки: в 1 т нефти может содержаться от 1–2 м<sup>3</sup> до нескольких тыс. м<sup>3</sup> ПНГ, в зависимости от района добычи.

### **Молекулярный состав**

Попутный нефтяной газ состоит из легких углеводородов. Это, прежде всего, метан – главный компонент природного газа – а также более тяжелые компоненты: этан, пропан, бутан и другие. Во многих попутных газах, в зависимости от месторождения, содержатся также неуглеводородные компоненты: сероводород и меркаптаны, углекислый газ, азот, гелий и аргон.

Пути утилизации попутного нефтяного газа или способы рационального использования на данный момент заключаются в следующем:

- переработка на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ): для переработки используют мини-ГПЗ или магистральный транспорт для транспортировки до ГПЗ;
- сайклинг-процесс и закачка в пласт для хранения [1];
- сжигание в энергетических установках для производства электрической и тепловой энергии;
- подготовка и переработка газа на промысле с помощью малотоннажных установок;
- переработка в метанол и синтетическое топливо (технология GLT) или в концентрат ароматических углеводородов [2].

В Российской Федерации в настоящее время значительная часть ПНГ все еще сжигается в факелах, хотя в развитых странах доля его утилизации составляет 99–100% [5].

Инженерные задачи для решения этих проблем:

- минимизация потерь ПНГ на всех стадиях технологической цепочки от извлечения их из недр до получения готового продукта;
- сведение до минимальных размеров экологического ущерба от сжигания ПНГ;
- выбор наиболее эффективных направлений использования ПНГ [3].

Важность изучения проблемы сжигания ПНГ заключается в определении последствий данного процесса для экономики страны и экологии. Рассмотрим более подробно некоторые аспекты.

**Экологическая сторона вопроса.** Попутный нефтяной газ нужно отделять от нефти для того, чтобы нефть соответствовала требуемым стандартам. Долгое время ПНГ оставался для нефтяных компаний побочным продуктом, поэтому и проблему его утилизации решали достаточно просто – сжигали. В России в результате сжигания газа в факелах ежегодно образуется почти 100 млн. тонн CO<sub>2</sub>, азота и серы. В факелах сжигается лишь 98% газа, а 2% уходит в атмосферу в виде углеводородного сырья. Опасность представляют также выбросы сажи, которые осаждаются преимущественно в регионах добычи. Также сжигание ПНГ сопровождается тепловым загрязнением окружающей среды. В глобальных масштабах происходит возникновение парникового эффекта, влияющего на экологическое состояние всей поверхности Земли [2].

**Экономический аспект.** Вследствие неиспользования ПНГ, компании, на территории которых находится нефтепромысел, терпят огромные убытки, вкладывая деньги в утилизацию газа сжиганием в факелах и обслуживание их, а государство пытается возместить убытки с помощью увеличения штрафов [4]. В перспективе объем потребления газа будет в будущем увеличиваться в разы. В последнее время газ потерял в цене, и поэтому проекты по утилизации становятся менее рентабельными. Вложения в переработку ПНГ – это долгосрочные вложения. Их делают компании-гиганты, либо компании, являющиеся в регионе основными

недропользователями, для которых потеря текущих активов не приведёт к банкротству или прекращению развития.

**Социальный аспект.** Уровень социальной жизни тесно связан с экологической обстановкой, также строительство новых ГПЗ на территории России увеличит число рабочих мест и ускорит газификацию районов в пределах нахождения ГПЗ. Загрязнение атмосферы продуктами горения ПНГ оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека, также некоторые компоненты обладают канцерогенными свойствами. В нашей стране, где медицина спонсируется бюджетом, государство терпит убытки на лечение больных, на которых влияют вредные выбросы [2].

В заключение можно сказать, сжигание ПНГ – основная проблема нерационального использования в нефтедобыче. При его сжигании фирмы терпят экономические убытки в виде штрафов, а также провоцируют загрязнение атмосферы. Во многом решение проблемы утилизации ПНГ зависит от ряда причин и факторов: уровень развития инфраструктуры и удалённость ГПЗ, строение пласта, количество инвестиций. В основном проблемы остаются на удаленных месторождениях, где собирать газ нерентабельно. Вопрос утилизации ПНГ дорогостоящий, но в долгосрочной перспективе позволяет повысить конкурентоспособность и экологическую безопасность России, обеспечить устойчивое развитие её регионов добычи за счет внедрения инноваций [6]. Российское правительство пытается стимулировать утилизацию газа увеличением коэффициентов по уплате налогов для предприятий, сжигающих газ. Эффективное использование ПНГ может быть достигнуто лишь комплексным подходом, взаимовыгодным и эффективным сотрудничеством всех заинтересованных сторон: правительства, предпринимателей и общественности [1].

#### Литература

1. Воеводкин Д.А. О проблеме рационального использования ресурсов попутного нефтяного газа в северной части Тимано-Печорской провинции // Вестник Мурманского государственного технического университета, 2010. – Т. 13. – Вып. 4/1. – С. 751 – 756.
2. Газизова О.В., Галеева А.Р. Проблемы и перспективы внедрения в России инновационных технологий утилизации попутного нефтяного газа // Вестник Казанского технологического университета, 2012. – Т. 15. – Вып. № 21 – С. 175 – 180.
3. Десятников В.А. Проблемы утилизации нефтяного попутного газа: эколого-экономический аспект // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2001. – Вып. № 2. – 4 с.
4. Игитханян И.А., Боярко Г.Ю. Утилизация попутного нефтяного газа на месторождениях Томской области // Вестник Томского государственного педагогического университета, 2011. – Вып. №12. – С. 19 – 22.
5. Проворный И.А. Современное состояние и ключевые проблемы утилизации попутного нефтяного газа в России // Интерэкспо ГЕО-Сибирь, Междунар. науч. Конфер. "Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью": сб. материалов. – Новосибирск, 2013. – Т. 1. – С. 59 – 63.
6. Руденко В.А. Социально-экономическая обоснованность утилизации и учета попутного нефтяного газа // Вестник Поволжского института управления, 2011. – Вып. № 4. – С. 141 – 145.

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ****А.А. Карих**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В современном мире экологическое воздействие нефтегазодобывающей отрасли на окружающую среду весьма многогранно: происходит гибель наземных биocenозов, ухудшение качества подземных вод и водотоков, нарушение и загрязнение земель. Экологическая опасность предприятий заключается в большом количестве неорганизованных выбросов нефти, ликвидация или очистка которых представляет сложную задачу.

Источники загрязнения почвы возникают при ремонте нефтегазодобывающих скважин, при прорывах нефтепроводов, при некачественной ликвидации аварийных ситуаций и многое другое. При этом земли загрязняются нефтяными шламами и замазучиваются. Пропитанные нефтью почвы меняют свой состав, структуру и текстуру, из-за чего на таких почвах не может происходить нормальное развитие растений.

Одним из главных решений данной проблемы является рекультивация нефтезагрязненных земель. В настоящее время для восстановления почв используются самые разнообразные подходы: механическая очистка, нанесение на почвы адсорбционных материалов органической и неорганической природы, внесение химических веществ и биологических препаратов. В последнее время все более популярными становятся препараты, содержащие штаммы углеводородокисляющих бактерий (рис.). К ним относятся виды *Acinetobacter*, *Arcomonium*, *Acaligenes*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Holobacterium*, *Gliocladium*, *Micrococcus* и многие другие.

Микроорганизмы, использующие углеводороды нефти являются по большей части аэробными, т.е. минерализуют нефтяные углеводороды только в присутствии воздуха [3]. Процесс окисления углеводородов происходит благодаря особым ферментам – оксигеназам. При разложении углеводородов образуются промежуточные продукты, а именно спирты, альдегиды и жирные кислоты. В конце концов и эти продукты окисляются до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

В природных условиях биологическое восстановление происходит в течение весьма длительного периода времени. Для ускорения процессов микробной деструкции углеводородов нефти в почве применяются два подхода: стимуляция аборигенной почвенной углеводородокисляющей микрофлоры и внедрение углеводородокисляющих микроорганизмов в загрязненную почву.

Численность и распространение микроорганизмов по горизонтам зависят в основном от почвенно-климатических условий. Так, почвы тундры и средней тайги отличаются низким разнообразием микроорганизмов и малой биологической продуктивностью; напротив почвы южной тайги имеют богатый и разнообразный биocenоз.

Другими важными факторами, влияющими на разложение нефти, являются кислотность, соленость, температура, влажность. Наиболее эффективны микробиодеструкторы в пресной среде при значениях рН от 3,5 до 11; в соленой воде они также действуют, но эффективность их воздействия снижается на 10-20 %. Оптимальная температура для разложения нефтепродуктов в почве варьирует в пределах 20–37 °С [2]. Одним из эффективных приемов регулирования температуры

почв в зонах с умеренным и холодным климатом является покрытие загрязненных участков темной полиэтиленовой пленкой [1].

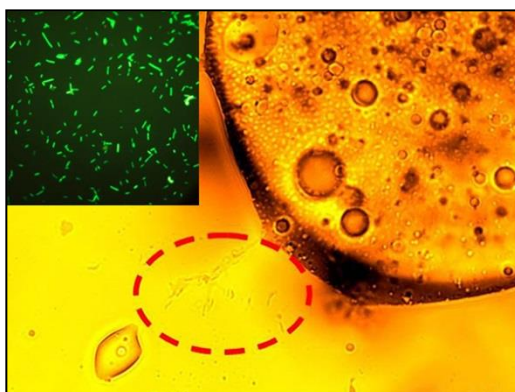


Рисунок 1 – Бактерии группы Oceanospirillales (зелёные) довольно быстро расправляются с попавшей в воду нефтью в Мексиканском заливе (Иллюстрация из журнала Science)

Путем полива поддерживается благоприятный режим влажности почв, что влияет на подвижность питательных веществ и на деятельность бактерий. При внесении бактериальных препаратов в почву происходит резкое ускорение процессов биodeградации нефти, причем эффективное применение препаратов, как в самостоятельном варианте, так и в комбинации с минеральными удобрениями. Для получения таких биопрепаратов микроорганизмы выращивают на заводах в специальных аппаратах, после чего их мягко высушивают и они внешне напоминают светло-желтый порошок. В каждом грамме такого порошка содержится около  $10^9 - 10^{12}$  живых клеток микробов. В живом состоянии они сохраняются больше года.

В настоящее время существует также способ использования активных штаммов-деструкторов углеводородов нефти, иммобилизованных на вермикулите. В полевых экспериментах внесение данных препаратов ускорило разложение нефти на 65–75 %.

**Вывод:** Сама природа подсказывает биологический путь восстановления загрязненных почв, который имеет значительное преимущество по сравнению с другими методами. Благодаря разложению вредных веществ до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  и неорганических солей сохраняется биологическая активность почвы, что способствует нормальному развитию в ней растительности. Используя микроорганизмы, способные принимать углеводороды в качестве единственного источника энергии, можно добиться непосредственной биodeградации нефти.

#### Литература

1. Исмаилов Н.М., Пиковский Ю.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. – С. 222 – 230.
2. Каралов А.М. Регулирование теплового режима нефтезагрязненных земель в условиях биологической рекультивации // Тез. докл. 8 Всесоюз. съезда почвовед. Новосибирск, 14-18 авг. 1989 г. – Кн.1. – Новосибирск, 1989. – С. 37.
3. Кузнецов Ф.М., Иларионов С.А., Середин В.В., Иларионова С.Ю. Рекультивация нефтезагрязненных почв. – Пермь, 2000. – С. 41 – 60.



**МАГНИТНЫЕ НЕФТЕСОРБЕНТЫ****Е.А. Квашева, Е.С. Ушакова**

Научный руководитель доцент А.Г. Ушаков

*Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово, Россия*

В настоящее время проблема загрязнения водных объектов (рек, озер, морей, грунтовых вод и т.д.) является наиболее актуальной, т. к. всем известно выражение «вода – это жизнь». Но, даже понимая всю важность роли воды, мы все равно продолжаем активно ее загрязнять, безвозвратно изменяя ее естественный режим сбросами и отходами.

Большая потребность промышленных стран в нефтепродуктах вызывает необходимость транспортировки значительных объемов нефти и ее производных, в частности, водным путем. Это увеличивает риск крупномасштабных загрязнений такими продуктами, например, в результате аварий, наносящих существенный ущерб окружающей среде. Для очистки водной поверхности от нефти и других углеводородных продуктов в настоящее время широко используются различные сорбенты, адсорбирующие эти продукты [1].

*Цель работы* – разработка и применение методов улучшения технологических свойств нефтесорбентов, полученных из органических отходов.

Актуальность и новизна темы не вызывает сомнений, так как в современном мире часто происходят аварии, связанные с утечкой нефти и нефтепродуктов, вследствие чего наносится непоправимый ущерб окружающей среде.

В мире существуют аналоги данного проекта, такие как:

1. RU 2049544, 10.12.1995;
2. RU 2063981, 20.07.1996;
3. RU 2104780, 20.02.1998;
4. RU 2169734, 2002;
5. RU 2179978, 27.02.2002;
6. RU 2190214, 27.09.2002;
7. RU 2089283, 10.09.1997.

Самый главный плюс технологии очистки в том, что фильтрующий материал может быть восстановлен и использован повторно. Таким образом, стоимость очистки воды до 10 раз меньше аналогов. Один килограмм магнитного сорбента, который является фильтрующим материалом, может удерживать до 30 кг загрязняющих веществ, также его можно восстанавливать в среднем 50 раз. Таким образом, за время службы фильтра он может собрать около 1500 кг загрязняющих веществ.

*Основные задачи:*

1. Изучение адсорбционных свойств сорбентов в процессах извлечения растворенных и эмульгированных нефтепродуктов из водных сред.
2. Исследование сорбционных свойств и проведение сравнительного анализа технологической эффективности магнитных сорбентов.
3. Выдача рекомендаций на основе полученных данных для разработки технологии очистки нефтесодержащих сточных вод.

Исследован способ улучшения свойств сорбентов, а именно придание сорбенту магнитных свойств с помощью магнитной жидкости. Достоинством таких сорбентов является то, что, впитав в себя достаточное количество магнитной жидкости, появляется возможность управлять сорбентами с помощью магнита. Технология получения магнитного сорбента заключалась в приготовлении раствора

магнетита (магнитной жидкости) и смешении его с заранее подготовленным немагнитным сорбентом. После этого немагнитную часть экстрагировали действием постоянного магнитного поля. Полученный магнитный сорбент сушили до постоянной массы. Отдельно изучали поглотительную способность исходного немагнитного сорбента относительно магнитных жидкостей, определяя необходимое для насыщения время, варьируя его от 5 до 15 мин. Установлено, что после 5 мин. сорбент впитывает 72 % мас. магнитной жидкости, после 10 мин. увеличение массы незначительно и составляет 0,4 % мас. Таким образом, для максимального насыщения сорбента достаточно 5 мин. нахождения его в растворе магнитной жидкости.

Изучение свойств магнитного сорбента проводили по ГОСТ 6217-74 «Адсорбционная активность по йоду» и по ГОСТ 16190-70 «Насыпная плотность». Полученные данные представлены в таблице. Внешний вид полученного магнитного сорбента представлен на рисунках 1 и 2.

Таблица

Результаты эксперимента по ГОСТ 6217-74 и ГОСТ 16190-70

Адсорбционная емкость по йоду		Насыпная плотность
г/г	%	кг/м <sup>3</sup>
1,3–1,5	11,3–11,5	0,19



Рисунок 1 – Магнитный сорбент

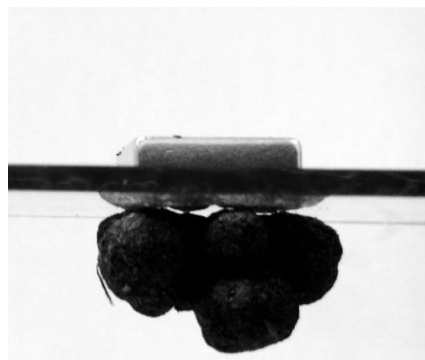


Рисунок 1 – Магнитный сорбент удерживается на весу постоянным магнитом

Проведенные эксперименты позволили изучить отдельные параметры технологии получения магнитных сорбентов. Их применение в практике очистки водных поверхностей от жидких углеводородов позволяет повысить эффективность процесса сорбции и ускорить технологический процесс ликвидации разливов.

#### Литература

1. Брюханова Е.С., Ушаков А.Г., Ушаков Г.В. Ресурсо- и энергосберегающая технология получения нефтесорбентов // Вестник КузГТУ, 2013. – № 4. – С. 104 – 106.
2. Квашева Е.А., Ушакова Е.С. Влияние содержания связующего материала в исходном сырье на влагоемкость углеродных нефтесорбентов // Сборник материалов 6 Всероссийской конференции молодых ученых «Россия молодая», 2014. – 2 с.

### ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ СЖИГАНИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В ГАЗОВОМ ФАКЕЛЕ

Д.С. Лавров

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В административном отношении Ем-Ёговская площадь расположена на территории Октябрьского района Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области.

Запасы нефти составляют по пласту ВК<sub>1-3</sub> – 685350 тыс. т; добыча нефти на 2013 г. – 860 тыс. т. Газосодержание составляет 163 м<sup>3</sup>/т, давление насыщения значительно ниже пластового. Нефть в пласте очень лёгкая.

Основным источником выбросов загрязнений в атмосферу на предприятии является газовый факел. Газовый факел – управляемое или аварийное сжигание сопутствующего газа при добыче или переработке нефти на нефтеперерабатывающих и химических заводах.

В атмосферу при сжигании газа выбрасывается большое количество парниковых газов, с дымовыми газами также выбрасывается большое количество оксида азота, оксида углерода и бензапирена.

В основу исследований положены результаты компонентного состава пластовой газонасыщенной нефти Ем-Ёговской площади пласта ВК<sub>1-3</sub> (табл. 1).

Таблица 1

Состав газа и его основные характеристики

Состав попутного нефтяного газа, %							Теплота сгорания топлива, кДж/м <sup>3</sup>
СН <sub>4</sub>	С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub>	С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub>	С <sub>4</sub> Н <sub>1</sub>	С <sub>5</sub> Н <sub>1</sub>	СО <sub>2</sub>	Н <sub>2</sub>	
68,62	6,68	10,74	2,45	1,31	0,15	0,59	36550

В процессе расчётов были получены концентрации оксидов азота и углерода и бензапирена, выбрасываемые факелами типа DN-50. Концентрации веществ представлены в таблице 2.

При сжигании попутных нефтяных газов (ПНГ) образуются парниковые газы, которые влияют на климат планеты. Также велико тепловое загрязнение от сжигания попутного нефтяного газа на факелах, которое ощущается на расстоянии до 5 км от факельной установки и оказывает влияние на метеорологические и климатические условия. Загрязняющие вещества, попав в атмосферу, переносятся воздушным потоком в газообразном, жидком и твердом (аэрозольном) состоянии.

Таблица 2

Расчетная концентрация вредных веществ

Вещество	Концентрация т/год
Оксид азота	1636,3
Оксид углерода	5484
Бензапирен	0,052

Одним из главных источников загрязнения атмосферного воздуха в регионах, в которых развивается и развита нефтедобывающая промышленность, является

именно сжигание ПНГ на факельных установках. Например, в Тюменской области к 2011 году было сожжено порядка 225 млрд. м<sup>3</sup> ПНГ, при этом образовалось более 20 млн. т вредных загрязняющих веществ[5].

Парниковые газы по силе своего влияния на парниковый эффект не одинаковы. На сегодняшний день именно с диоксидом углерода связано примерно 60% антропогенного парникового эффекта, хотя метан и другие газы также значительно влияют на изменение климата (рис. 3)

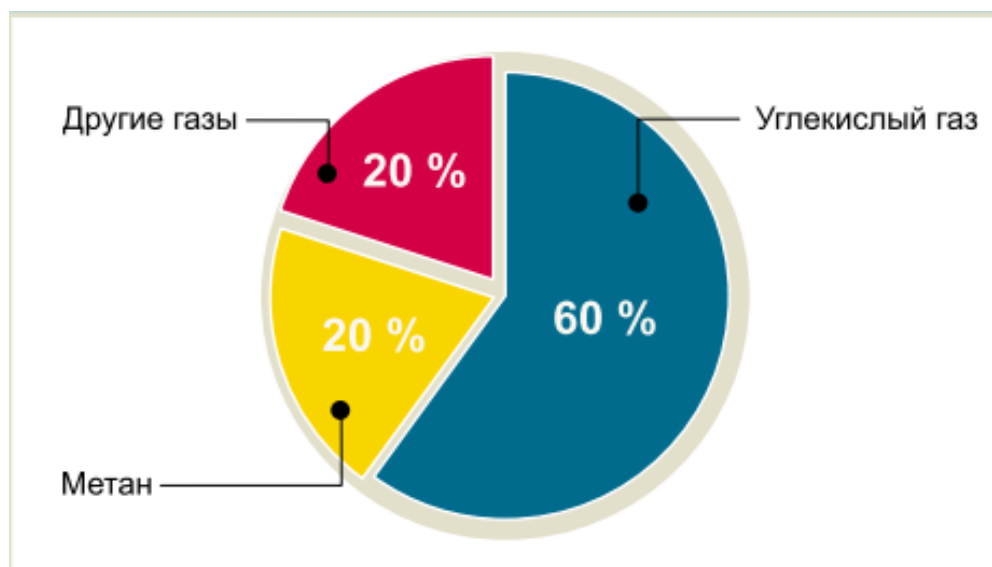


Рисунок 3 – Роль различных парниковых газов в парниковом эффекте

Среди компонентов ПНГ и продуктов его сгорания есть такие, которые являются парниковыми газами, способствующими глобальному изменению климата. К парниковым газам относятся водяной пар, диоксид углерода, закись азота, метан, вещества, содержащие хлор, перфторуглероды, гидрофторуглероды, гексафторид серы и т. д.

Непосредственно вблизи факелов в результате воздействия высоких температур в радиусе 20–200 м происходит практически полное выжигание органического вещества почв. В случае присутствия в факельных выбросах горячей или несгоревшей (капельной) нефти происходит битумизация верхних слоев почвы. Доказано, что даже в случае идеального сжигания бессернистого газа, помимо диоксида углерода, воды, кислорода и азота, в атмосферу выбрасываются, в том числе и канцерогенный бензапирен и сотни других веществ [6]. Большая часть этих соединений выпадает из атмосферы в радиусе до 10–15 км от факела. Согласно исследованиям, содержание бензапирена в почвах и грунтах вблизи факелов и площадок горизонтального выжигания углеводородов в Западной Сибири составляет до 25 ПДК [4]. Выявлено, что миграционная активность бензапирена достаточно высока вследствие его высокой растворимости в воде, что обуславливает загрязнение не только почв, но и природных вод за пределами непосредственного техногенного воздействия.

Влияние факелов распространяется и на площадь лесных экосистем. Эту площадь можно условно разделить на несколько зон, представляющих собой совокупность определенных типов воздействий на среду, которые сокращаются по мере удаления от факельной установки. 3

*Зона интенсивной нагрузки* – в ней происходит практически полное уничтожение почвенного и растительного покрова, а также осуществляется трансформация почвы в бесструктурный песок или спекшийся суглинок с металлическим блеском. Постоянный шум оказывает негативное воздействие на диких животных, птиц и насекомых путем отпугивания их слышимым и инфразвуком, что приводит к сокращению численности популяций и видового состава.

*Зона термического и химического воздействия.* В целом последствия угнетения растительного покрова только за счет теплового излучения наблюдаются на расстоянии до четырех километров. В пределах этой зоны локально уничтожается древесная растительность.

*Зона остаточного химического воздействия.* Повреждение растительности в этой зоне вызывается прямыми или косвенными воздействиями продуктов, образовавшихся при сжигании ПНГ. Наибольший эффект оказывают хлориды и диоксиды азота, которые вызывают нарушения хлорофиллообразования в листьях и снижение активности фотосинтеза у хвой. Оксиды азота при концентрациях порядка 0,01 мг/м<sup>3</sup> вызывают нарушение азотного обмена у растений и влияют на процесс синтеза белка. Оксиды серы могут увеличивать силу воздействия оксидов азота на растительность, так как вместе они обладают суммирующим эффектом.

*Зона естественных (природных) условий (Фоновая зона).* Это зона стабильности или относительного покоя, но даже в нее могут проникать остатки продуктов сжигания попутного нефтяного газа и со временем накапливаться.

Наибольшая потенциальная канцерогенность попутного нефтяного газа на человека обусловлена присутствием в нем полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), относящихся к сильным мутагенам: бензпирена, флуорена, хризена и других веществ. Так, установлено, что ПАУ приводят к замене нуклеотидов, воздействуя на ДНК, и поэтому даже самое малое присутствие этих соединений в живых организмах крайне опасно. Полициклические ароматические углеводороды медленно проникают через мембраны клеток и действуют продолжительное время, являясь хроническими токсикантами [3].

#### Литература

1. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 2007. – 616 с.
2. Мазявкина Л.А. Охрана окружающей среды: учебное пособие. – Ухта: 2010. – 112 с.
3. Оборин А.А. Нефтезагрязненные биогеоценозы (Процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы). – Пермь: УрО РАН, Перм. гос. ун-т, 2008. – 501 с.
4. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 369 с.
5. Оценка эколого-экономического эффекта от реализации проекта Федерального закона № 454850-5 «Об использовании попутного нефтяного газа и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Экспертный доклад Российского газового общества. – М., 2011. – С. 28.
6. Исследование состояния и перспектив направлений переработки нефти и газа, нефте- и газохимии в РФ. Библиотека Института современного развития. – М.: Экон-информ, 2011. – 806 с.



### ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕМОНТА НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

Ле Тхи Тху Тхуи

Научный руководитель доцент В.Г. Крец

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Основные работы, выполняемые на действующих нефтегазопроводах при их ремонте, заключаются в замене поврежденных участков труб или другого установленного на трубопроводе оборудования, изоляции трубопроводов, испытании на прочность и т.д. В состав устройств для ремонта нефтегазопроводов входят герметизирующие устройства. При использовании традиционных методов в большинстве случаев необходимо отключение большого участка трубопровода, давление в котором должно быть снижено, а транспортируемый продукт откачан или сброшен в атмосферу. Но в этом случае возникает ряд проблем:

- потери от недоставленного продукта в период выполнения ремонтных работ;
- затраты на опорожнение большого участка трубопровода;
- потери продукта (при сбросе нефти и газа в атмосферу);
- штрафы за загрязнение окружающей среды.

С целью решения этих проблем разработаны и используются различные герметизирующие устройства. Такими конструкциями являются: герметизаторы «Кайман» (рис. 1), «ГРК» и «ПЗУ» (рис. 2). Применяются и глиняные тампоны для перекрытия трубопроводов.



Рисунок 1 – Герметизатор «Кайман»



Рисунок 2– Герметизаторы «ГРК» и «ПЗУ»

Герметизаторы «Кайман» диаметром от 400 до 1200 мм предназначены для временного перекрытия внутренней полости трубопровода, опорожденного от нефти, с целью предотвращения выхода горючих газов, нефти и ее паров при ремонтно-восстановительных работах, выполняемых на линейной части магистральных нефтепроводов.

Помимо герметизаторов «Кайман» для временного перекрытия внутренней полости трубопровода, освобожденного от нефти, с целью предотвращения выхода взрывоопасных и горючих паров нефти при ремонтно-восстановительных работах используются и герметизаторы резинокордные «ГРК» и «ПЗУ» диаметром от 100 до 1200 мм.

Загрузка герметизаторов осуществляется через открытые концы трубы, образовавшиеся после вырезки катушки или дефектного участка нефтепровода, то есть необходимо вскрытие трубопроводов. Из перечисленных герметизаторов «Кайман» является многоразовым устройством. Остальные устройства являются одноразовыми устройствами.

Для решения проблем снижения загрязнения окружающей среды целесообразно использовать технологии, позволяющие избежать остановки перекачки продукта. Такой технологией является врезка под давлением, а если она невозможна или нежелательна, применяется технология перекрытия без врезки в трубопровод. Принцип перекрытия основан на герметизации трубопровода с помощью внутритрубных устройств, устанавливаемых на место перекрытия путем их запуска через камеры приема-пуска средств очистки и диагностики (КПСОД). Одной из разработок для реализации такой технологии является герметизирующее устройство SmartPlug™ [3]. SmartPlug™ является дистанционно управляемым устройством герметизации нефтепроводов и газопроводов.

Герметизирующее устройство SmartPlug™ разработано, изготовлено и испытано под максимально допустимым рабочим давлением (до 20 МПа). Это позволяет ремонтировать и обслуживать трубопровод, снижая давление не во всем трубопроводе, а только на ремонтируемом участке. При этом продукт из отсеченного участка может быть закачан обратно в трубопровод выше места перекрытия, что исключает проблемы его транспортировки и хранения [3].

Герметизирующее устройство SmartPlug™ является двунаправленным. Оно состоит из двух изолирующих модулей и двух модулей очистки полости, содержащих в себе блоки управления и связи (рис. 3).

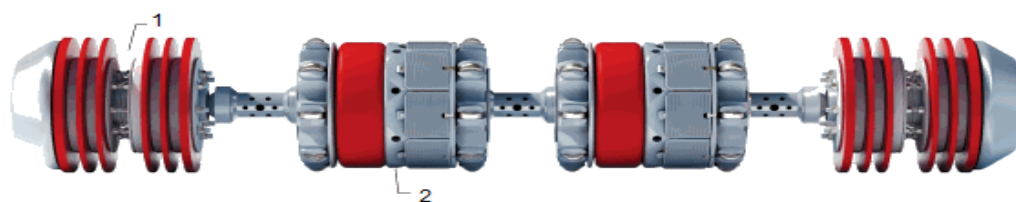


Рисунок 3 – Общий вид дистанционно управляемого герметизирующего устройства SmartPlug™: 1– модуль очистки полости с блоком управления и связи; 2 – изолирующий модуль

Устройство SmartPlug™ может быть использовано для ремонта наземных и морских газопроводов. Два изолирующих модуля выполняют герметизирующую и фиксирующую функции, а также обеспечивают эти функции независимо друг от друга. Такая технология успешно была применена в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» в 2011 г.

Применение таких технологий для ремонтных работ на магистральных нефтепроводах принципиально возможно. Перед их применением требуется очистка трубопровода для достижения удовлетворительной герметизации.

Учитывая повышающиеся штрафы за выбросы газа в атмосферу и экономическую эффективность указанных работ, применение таких технологий при производстве ремонтно-восстановительных работ на магистральных нефтегазопроводах в отдельных случаях более эффективно, чем при использовании обычных конструкций герметизирующих устройств.

#### Литература

1. Душин В.А. Технология, оборудование, приборы для ремонта основных объектов магистральных трубопроводов: Справочное пособие. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 144 с.

2. Гимадиев М.Р., Лебедева Т.Б. Разработка предложений по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от объектов линейных сооружений // Вестник КИГИТ, 2013. – №10 (40). – С. 26 – 40.
3. Опыт применения технологии перекрытия газопровода герметизирующими модулями SmartPlug® // Газовая промышленность, 2012. – № 8. – С. 74 – 75.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Ли Цуньи

Научный руководитель доцент Н.М. Недолишко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В статье рассмотрены экологические проблемы, возникающие при разработке сланцевой нефти, даны пути их решения. Одной из наиболее важных тенденций, наблюдаемых в настоящее время в нефтедобывающей отрасли, является добыча углеводородов в горючих сланцах. По плотности и вязкости сланцевая нефть делится на две группы: shale oil – для высоковязкой сланцевой смолы из горючих сланцев, требующей дополнительной обработки для превращения ее в нефть, и tight oil – для легкой нефти, содержащейся в коллекторах с низкими фильтрационно-емкостными свойствами. В настоящее время существует два основных способа получения необходимого сырья из горючих сланцев. *Первый* – это добыча сланцевой породы открытым или шахтным способом с ее последующей переработкой на специальных установках-реакторах, где сланцы подвергаются пиролизу без доступа воздуха, в результате чего из породы выделяется сланцевая смола. *Второй* способ – добыча сланцевой нефти непосредственно из пласта. Метод предполагает бурение горизонтальных скважин с последующими множественными гидроразрывами пласта (ГРП). Наибольшее распространение получил второй способ добычи сланцевой нефти. Оба способа разработки сланцевой нефти оказывают огромное влияние на экологию человечества и планеты, вызывая загрязнение вод, воздуха, изменение климата сейсмическую активность, и т.д. Решение этих экологических вопросов остаётся реальной проблемой.

### 1. Экологические проблемы

**Загрязнение воды:** Добыча сланцевых углеводородов методом гидравлического разрыва пласта приводит к загрязнению грунтовых вод, в том числе источников питьевой воды, токсичными химическими веществами, обладающими хронической и острой водной токсичностью. В гидроразрывных жидкостях содержится множество опасных веществ. Для одного гидроразрыва требуется примерно 300 тонн химических веществ. Список химических добавок включает до 700 наименований. В ходе добычи вода загрязняется метаном и радиоактивными веществами, которые вымываются из вмещающих пород. Сланцевые углеводороды вместе с закачанными химикатами, которые не удается выкачать, начинают выходить на поверхность из недр, просачиваясь через почву, загрязняя грунтовые воды и плодородный слой [3]. Возьмем пример США. В регионах, где активно добывается сланцевый газ, вода часто становится непригодной для употребления. Из-за того, что концентрация метана в питьевой воде превышает норму в шесть раз, жидкость может в буквальном смысле «вспухнуть». По некоторым сообщениям, жители газоносных районов Америки

страдают от хронических заболеваний, а у их домашних животных выпадает шерсть [4].

**Загрязнение воздуха:** В результате добычи сланцевого газа воздух загрязняется метаном и другими газами. Загрязнение может быть настолько сильным, что местные жители вынуждены носить респираторы, чтобы не потерять сознание.

**Шум:** Фрекинг – постоянный источник шумового загрязнения, от которого страдают местные жители, домашний скот, дикие животные.

**Землепользование:** Добыча сланцевого газа приводит к разрушению ландшафта, несет ущерб сельскохозяйственным угодьям. Площадь стандартного месторождения составляет порядка 140–400 км<sup>2</sup>, при этом территория, отведенная под собственно буровые площадки, занимает 2–5 % этой площади. На таком участке пробурят около 3000 скважин [1].

**Загрязнение почвы:** Всегда есть риск утечки токсичных жидкостей из прудов-отстойников, а также неконтролируемых фонтанных выбросов.

**Влияние на климат:** Выбросы метана и других парниковых газов при добыче и использовании сланцевой нефти значительно выше, чем при добыче обычной нефти. Вред сланцевого сырья для климата сравним с вредом от использования угля. Выбросы газа из скважин в Пенсильвании и Западной Вирджинии во время буровых работ на газосланцевом плее Marcellus свидетельствуют об экологических и общественных рисках, связанных с бурением в зоне высоких давлений и закачки жидкостей для ГРП под давлением. Так, в Пенсильвании выброс произошел, потому что противовыбросовое оборудование не было рассчитано на, как оказалось, столь высокое давление. В Западной Вирджинии, по сообщениям буровиков, они столкнулись с карманом метана в заброшенной угольной шахте на глубине порядка 300 м, а противовыбросовое оборудование тогда еще не было установлено [5].

Энергетический институт Колорадо в тесном сотрудничестве с правительством США представил результаты расчетов, согласно которым инфраструктура добычных проектов, рассчитанных на добычу 90 млн. т в год, будет производить одновременно более 350 млн. т углекислого газа в год. Это составляет около 5 % от текущих годовых выбросов парниковых газов США (7,26 г/т CO<sub>2</sub>) [1].

**Сейсмическая активность:** Загрязненные сточные воды утилизируют путем закачки под землю. Есть данные, что это может повысить риск землетрясений. Подобные случаи были зарегистрированы в штатах Арканзас, Оклахома и Огайо в США. В Арканзасе, который сам по себе отличается повышенной сейсмичностью, после начала освоения сланцев число подземных толчков увеличилось в несколько раз. Землетрясения, в свою очередь, повышают вероятность утечек из скважин [1]. В апреле 2011 г. в английском городе Блэкуэлл после проведения гидроразрыва были зафиксированы подземные толчки магнитудой 2,3. Похожие явления наблюдались и во многих других городах и странах, хотя проведенные в США исследования показали: лишь в 10% случаев гидроразрывы вызывали сейсмическую активность. Скорее всего, землетрясения наблюдались лишь там, где имело место повышенное давление в пластах породы, и проведение работ по добыче сланцевого газа лишь способствовало высвобождению энергии [4].

## 2. Пути решения экологических проблем

Для решения перечисленных проблем, чтобы проводиться следующие пути:

1) *Правовые.* Создание законодательных актов по поддержанию качества окружающей среды. Разработка сланцевой нефти может привести к негативному

воздействию на окружающую среду. Согласно политической структуры федеральной системы Соединенных Штатов, в законы разработки сланцевой нефти вносили ипоправки федеральное правительство, Правительство штата, местные власти. "Экологический налог" на разработку сланцев в США фактически уже введен на региональном уровне. В феврале 2014 г. Колорадо стал первым штатом в США, который ввел законодательные ограничения на выброс метана при промышленной разработке сланцевых месторождений [6].

2) *Технологические.* Применение новых технологий.

- Применени технологии ГРП с биodeградируемыми химическими добавками без применения проппант-гелей, на чистой воде.

- Создание технологии, которая в большей мере могла бы контролировать дизайн трещины. Для сланцевых месторождений, с преимущественно слоистой неоднородной структурой, идеальным было бы расслоение пород вдоль плоскости их напластования. При этом увеличение трещиноватости сланцевых отложений путем создания мелкой сетки пусть даже вертикальных, но коротких трещин помогло бы избежать неблагоприятных экологических последствий, вызванных нарушением «покрышки» [2].

- Разработка оптимизированного плана разработки. Проведения геологической съемки на площади сланцевой нефти, чтобы оптимизировать место бурения и гидроразрыва, и оценить риски глубинных разломов и других геологических особенностей, вызванных землетрясениями. Оптимизированные планы разработки могут уменьшить количество бурения, и в значительной степени снизить риск гидроразрыва для повышения нефти отдачи.

- Рециркуляция и утилизация воды. Благодаря повышению эксплуатационной эффективности и утилизации воды, уменьшается количество пресной воды. В разных штатах утилизация сточных вод производится различными способами. Так, в Техасе имеется немало отработанных нефтяных месторождений, и добывающими компаниями используется метод слива сточных вод в отработанные скважины.

- Эффективное использование угарных газов в качестве теплоносителей, а также за счет установки сажеуловителей для наружных реторт.

- Проведение научных исследований, связанных с: загрязнением воздуха и его воздействием на здоровье человека; загрязнением воды и его воздействием на здоровье человека; научной оценкой трансграничных рисков загрязнения воды и воздуха.

На данный момент в мире существует много теорий, в которых большое внимание уделяется нахождению наиболее рациональных путей решения проблем экологии. Но, к сожалению, на бумаге все оказывается значительно проще, чем в жизни.

**Выводы.** Во всем мире широко распространена сланцевая нефть, являющая одним из важнейших нетрадиционных источников энергии. Разработка сланцевой нефти должна осуществляться с использованием новой технологии. Однако прежде, чем выполнять работы по добыче сланца, необходимо позаботиться об экологии планеты и о нашем будущем повсеместно.

#### Литература

1. Грушевенко Д., Грушевенко Е. Нефть сланцевых плеев – новый вызов энергетическому рынку? – М.: Изд-во ИНЭИ РАН, 2012. – 50 с.
2. Диева Н.Н., Евтюхин А.В., Кравченко М.Н., Дмитриев Н. М. Перспективы разработки месторождений сланцевого газа методами волнового воздействия. //



Газовая промышленность, 2013. – №(692). – Р. 1 – 49.

3. Почему Гринпис против добычи сланцевого газа и нефти? [Электронный ресурс]. URL: [http://www.greenpeace.org/russia/ru/press/reports/Pochemu\\_Greenpeace\\_protiv\\_frekinga/](http://www.greenpeace.org/russia/ru/press/reports/Pochemu_Greenpeace_protiv_frekinga/).

4. Сланцевая революция. [Электронный ресурс]. URL: <http://mirznaniy.com/slantsevaya-revolyuksiya/>.

5. Сорокин С.Н., Горячев А.А. Основные проблемы и перспективы добычи сланцевого газа. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.eriras.ru/files/Sorokin\\_Goryachev\\_OEPEE\\_slanec.pdf](http://www.eriras.ru/files/Sorokin_Goryachev_OEPEE_slanec.pdf).

6. Экология битумных песков и сланцев как угроза США. [Электронный ресурс]. URL: <http://finance.rambler.ru/news/economics/144624150.html>.

### **РАЗРАБОТКА ГИДРОИМПУЛЬСНОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ**

**Р.Э. Лушников**

Научный руководитель аспирант О.И. Богданов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время экологические проблемы при разведке, освоении, добыче и транспортировке углеводородного сырья являются актуальными в любом регионе земного шара. Важность углеводородного сырья для развития энергетической промышленности переоценить сложно, поэтому для реализации многих задач по его освоению экологической безопасностью приходится пренебрегать в какой-то степени или вовсе закрыть на нее глаза. Развитие техники и технологий в нефтегазовой области не только повышает эффективность процессов добычи углеводородов, но и позволяет сократить вредное влияние углеводородных продуктов на экологию при их разведке, добыче и транспортировке.

Особое внимание уделяется проблеме экологии при разведке и буровых работах. Бурение скважин – одна из стадий освоения месторождений в результате которой образуется большое количество отходов. Помимо отходов буровая несет в себе повышенный риск возникновения аварий с дальнейшим загрязнением окружающей среды (газонефтеводопроявления) и недр (обвал стенок скважины, гидроразрыв пласта). Обработка производственных вод вместе со сливом буровой жидкости, разбавленной до определенной концентрации и содержащей углеводороды и вредные химические вещества, способствуют загрязнению местных почв и подземных вод. Концентрация углеводородов практически во всех пробах, взятых из рек Западной Сибири, значительно превышает норму. Загрязнение распространяется и на почвы.

Традиционно для поисково-разведочных и различных технических скважин малого диаметра при проходке пород средней и выше твердости применяются машины вращательно-ударного действия. В составе таких машин для долговечного функционирования используется система смазки с масляным баком, насосом, различными трубками и магистралями. Многочисленные соединения маслосистемы в процессе эксплуатации агрегата дают течи различной степени, в результате которых почва загрязняется отработанными маслами. Обслуживающий персонал устраняет течи во время остановки агрегата, однако это только уменьшает количество вытекшего масла и не устраняет проблему полностью.

Другой не менее важный фактор, влияющий на экологию – шумовое загрязнение. Машины, используемые при бурении скважин, создают уровень шума от 104 до 120 дБ [2]. В России не существует строгих ограничений на уровень шума и силу света, что имеет определенные последствия для обитателей леса и не только. Чувствительность животных к звуковому воздействию приводит к миграции за пределы естественной среды обитания, что может представлять серьезную угрозу для немногочисленных популяций некоторых видов.

В бурильных машинах с пневмо- или гидроударными узлами формирование силовых импульсов в буровой штанге производится за счет разгона поршня и нанесения ударов последним по торцу штанги. При этом возникает превышающий допустимые санитарные нормы шум из-за резкого выбрасывания сжатого воздуха в атмосферу или жидкости в сливную полость, а также из-за соударения поршня с торцом буровой штанги. Существующие устройства для забивки свай также создают большой шум.

На кафедре теоретической и прикладной механики Томского политехнического университета разрабатывается силовой гидроимпульсный механизм. Область его применения – разрушение горных пород средней и высокой прочности. Гидроимпульсный силовой механизм (рис. 1) представляет из себя гидроцилиндр с поршнем и поджатой инерционной массой, наполненный несжимаемой жидкостью к которому подсоединен рукав высокого давления. С другой стороны, рукав подсоединен к гидропульсатору. Давление, изменяющееся в виде импульсов определенной амплитуды и длительности от гидропульсатора, воспринимается поршнем силового гидроцилиндра. В результате импульсного воздействия поршня на жестко связанную с ним штангу в последней формируется силовые импульсы, которые перемещаются по штанге на породоразрушающий инструмент.

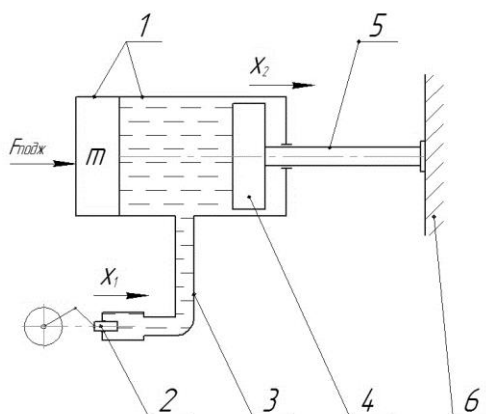


Рисунок 1 – Принципиальная схема гидроимпульсного силового механизма: 1 – корпус гидроцилиндра с активной массой; 2 – плунжер; 3 – рукав высокого давления (РВД); 4 – поршень; 5 – бурильный инструмент (штанга); 6 – разрушаемая порода

Помимо большего КПД и производительности среди используемых в данный момент машин, разрабатываемый гидроимпульсный механизм создает меньше загрязнений окружающей среды во время эксплуатации. Работа гидроимпульсного механизма в процессе разрушения горной породы производит существенно меньшие шумовые загрязнения, в отличие от ударных аналогов. Сокращается уровень и радиус распространения шума. Кроме того, отсутствие масляной системы

и герметичный гидравлический контур исключают разливы химически вредных веществ для почвы и человека. Замена существующих пневмо- или гидроударных механизмов на гидроимпульсный позволит существенно снизить вред окружающей среде при таком вредном для экологии процессе как бурение.

#### Литература

1. Пашков Е.Н., Зиякаев Г.Р., Новосельцева М.В. Анализ эффективности гидроимпульсного механизма бурильных машин // Научный журнал «Молодой ученый», 2015. – №10 (90). – С. 279 – 282.
2. Саруев Л.А., Зиякаев Г.Р., Пашков Е.Н. Математическое моделирование гидроимпульсного механизма бурильных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2011. – Вып. ОВ5. – С. 26 – 32.
3. Саруев Л.А., Пашков Е.Н., Зиякаев Г.Р., Кузнецов И.В. Силовой механизм сваебойной машины // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2013. – Вып. S4 (1). – С. 482 – 485.
4. Тетельмин В.В., Язев В.А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе: учебное пособие. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2009. – 352 с.
5. Шадрина А.В., Саруев Л.А., Саруев А.Л. Динамические процессы в колонне труб при вращательно-ударном бурении скважин малого диаметра из подземных горных выработок. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 175 с.

### ОСЛОЖНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

К.Ю. Майков

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В современной нефтедобывающей промышленности России в виду преобладания месторождений, находящихся на последней стадии разработки, характерно снижение качества добываемой продукции.

Одним из факторов, вызывающих уменьшение продуктивности скважин, является образование асфальтопарафиновых отложений (АСПО). Они также способствуют снижению эффективности рабочих систем и добывающего оборудования, что впоследствии может привести к аварии на объекте и разливу скважинной продукции и к неизбежному серьезному загрязнению почвенного покрова и близлежащего водоносного горизонта.

Как следствие, аварии могут приводить к простою нефтедобывающих скважин. В результате чего предприятие будет иметь значительные убытки, также может быть нанесен значительный вред окружающей среде на нефтепромысле. Поэтому вопрос прогнозирования возможных аварий и устранение их последствий у недропользователей стоит довольно остро.

Целью данной работы является анализ основных причин возникновения осложнений в процессе эксплуатации скважин и оценка их влияния на окружающую среду.

В качестве объекта исследований выбрано одно из крупных нефтяных месторождений Тюменской области – Мамонтовское, открытое еще в 1965 г. [2].

Мамонтовское нефтяное месторождение расположено в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области в 40 км от г. Нефтеюганск, входит в состав Сургутского нефтегазоносного района Среднеобской нефтегазоносной области и относится к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Промышленная нефтеносность установлена в пластах АС<sub>4</sub>, АС<sub>5-6</sub>, БС<sub>6</sub>, БС<sub>8</sub>, БС<sub>10</sub><sup>0</sup>, БС<sub>10</sub>, БС<sub>10</sub><sup>тсп</sup>, БС<sub>11</sub>. Основные залежи нефти на Мамонтовском месторождении приурочены к меловым отложениям мегийонской свиты горизонта БС<sub>10</sub> [1].

Нефть Мамонтовского месторождения является тяжелой, сернистой, парафинистой, малосмолистой [2] и характеризуется следующими параметрами: плотность – 0,871-0,885 г/см<sup>3</sup>, содержание серы – 1,2-1,5 %, парафина – 2,9-3,8 %, смол – 7,6-9,1 %, асфальтенов – 2,2-3,1 %.

В связи с данными характеристиками добываемой продукции в процессе нефтедобычи возникают осложнения, связанные с выпадением асфальто-, смоло-, парафиновых веществ в эксплуатационных скважинах и наземных коммуникациях, а также осложнения, вызванные выпадением солей и бактериальным заражением. Это приводит к снижению дебита добывающих скважин, пропускной способности нефтепроводных коммуникаций и другим аварийным ситуациям.

Рассмотрим на примере нефтепромысла Мамонтовского месторождения основные способы борьбы с осложнениями, возникающими при эксплуатации скважин, а также их влияние на окружающую среду при несвоевременной диагностике.

Для удаления АСПО из эксплуатационных скважин месторождения рекомендуется использовать промывки насосно-компрессорных труб (НКТ) горячей нефтью с растворенным ингибитором. Депарафинизацию НКТ теплоносителем предпочтительно осуществлять по прямой схеме, когда горячая нефть подается непосредственно в НКТ. В случае закачки теплоносителя в затрубное пространство значительные потери тепла в грунт не позволят прогреть НКТ до необходимой температуры.

Для ликвидации парафиновых пробок в скважинах, работающих с помощью ЭЦН, возможно применение ручных лебедок со скребками различных конструкций, «греющихся снарядов» на кабеле.

Необходимо отметить высокую эффективность применения химических растворителей при обработке добывающих скважин. Это связано с тем, что при воздействии растворителем происходит не только очистка НКТ от АСПО, но и очищается призабойная зона пласта (ПЗП) скважины от выпавших асфальтенов.

Определяющим условием предупреждения АСПО с помощью ингибиторов является дозирование их в добываемую нефть в необходимом количестве, что обеспечивается:

- непрерывной подачей в затрубное пространство с помощью наземного дозирующего насоса;
- непрерывной подачей с помощью глубинного забойного дозатора, например, из контейнера, заполненного ингибитором и оборудованного струйным насосом, приводимым в действие нефтяным потоком, втягиваемым ЭЦН;
- ежедневной подачей в затрубное пространство с помощью дозаторов типа «метанольницы»;
- подачей ударной дозы в течение 1–5 суток;

- периодической закачкой ингибитора в ПЗП, выполняющую роль дозатора реагента, через 1–3 месяца;

- задавливанием в пласт нефти и др.

В зарубежной практике ингибирования АСПО в добывающих скважинах широко используется технология, заключающаяся в непрерывной совместной подаче ингибитора и деэмульгатора расположенным на поверхности насосом по дозировочной трубке через специальную нагнетательную муфту, крепящуюся на НКТ ниже интервала начала отложения АСПВ. Данная технология, а также метод с использованием дозаторов, устанавливаемых на башмак НКТ, наиболее целесообразны для ингибирования АСПО в НКТ эксплуатационных скважин, оборудованных пакерами.

В настоящее время наиболее эффективным способом борьбы с АСПО следует признать методы, предупреждающие отложения АСПВ.

Помимо АСПО вредное влияние на оборудование оказывают также выпадение солей из высокоминерализованных вод. Помимо минеральной составляющей, отложения солей обычно содержат и некоторое количество органических примесей.

Негативные последствия отложения солей проявляются, главным образом, в поломках насосного оборудования и устьевых замерных установок, а также в снижении приемистости нагнетательных скважин.

Следует отметить, что воды сеноманского комплекса относятся к хлоркальциевому типу с общей минерализацией 9,3 г/л. Необходимо учитывать, что смешение в пластовых условиях вод, относящихся к разным типам, и даже простое разбавление некоторых растворов пресной водой может приводить к выпадению в осадок солей, в частности, карбоната кальция.

В настоящее время наиболее распространенным и экономичным следует признать способ удаления осадков неорганических солей с помощью солянокислотных обработок, в результате которых удаляются отложения карбоната кальция из нефтепромыслового оборудования. Для предотвращения отложения солей в нефтепромысловом оборудовании разработаны технологические, физические и химические способы.

Для борьбы с бактериальным заражением разработаны физические и химические способы. Для защиты нефтепромыслового оборудования от коррозии в условиях бактериального заражения и подавления биоценоза в нефтяном пласте разработана технология комплексной защиты, заключающаяся в последовательной обработке коррозионно-агрессивных нефтепромысловых сред биоцидом и ингибитором коррозии.

Таким образом, рассмотрев основные методы борьбы с АСПО и другими осложнениями, установлено, что все они негативно сказываются как на НКТ, так и на добывающем оборудовании и фонтанной арматуре. Все это приводит к износу, образованию коррозии и, как следствие, к дальнейшим локальным авариям.

С точки зрения экологии подобные локальные аварии негативно сказываются на окружающей среде. При загрязнении геологической среды нефтью и жидкими углеводородами (УВ) от мелких источников загрязнения (в частности, нефтяных скважин, а также нефтехранилищ, складов горюче-смазочных материалов) образуется ареал нефтяного загрязнения. В процессе формирования ареала загрязнения УВ, кроме того, формируются абиотическая и биотическая зоны.

Среди физических нарушений геологической среды в районах нефте- и газодобычи следует отметить проявления прогибаний и провалов рельефа



ландшафта, а также подтоплений [3]. Безопасный уровень поступления загрязнителей определяется порогом самоочищающей способности почвы. Глубина просачивания нефти для песчаных и супесчаных почв составляет 1,0 м и более. Сильная загрязненность характеризуется проникновением нефти на глубину более 25 см, слабая – до 10 см.

При слабом загрязнении нефтью эффективна вспашка, позволяющая разрыхлять и перемешивать загрязненный слой. Для реанимации почв со средней степенью загрязненности необходимо частичное снятие загрязненного слоя, проведение вспашки в течение 2–3 лет и внесение минеральных и органических удобрений. Период восстановления почвенно-растительного покрова после загрязнения нефтью в количестве 12 л/м<sup>2</sup> в зависимости от климатических особенностей может растянуться на 25 лет.

Стоит отметить, что из всех видов загрязнения почвенной среды нефтепродуктами и другими группами загрязняющих веществ, наиболее опасным является загрязнение горизонта грунтовых вод, так как токсичные вещества могут мигрировать на большие расстояния, распространяться за пределы первоначального участка и проникать к водозаборным сооружениям. Над загрязненной поверхностью подземных вод формируется газовая оболочка из углеводородов. Все это может привести к отравлению пресных питьевых грунтовых вод [3].

Таким образом, в целях охраны недр строительство добывающих и нагнетательных скважин требуется производить в соответствии с действующей нормативно-технологической документацией. Необходимо соблюдать весь комплекс технологических мероприятий, обеспечивающий защиту недр, особенно подземных вод, от загрязнения, а также выполнять полный комплекс мероприятий по рекультивации в случае порывов и разливов скважинной продукции.

Учитывая, что средний срок службы оборудования эксплуатационных скважин составляет порядка 10–15 лет, а Мамонтовское месторождение находится на 4 стадии разработки, то во избежание локальных аварий необходим постоянный мониторинг состояния промыслового оборудования.

Можно считать целесообразным усиленный контроль за добывающим оборудованием, а также своевременная замена дефектных частей. Также для безопасной, с экологической точки зрения, работы нефтепромысла, важно внедрение новых наработок для сокращения рисков, связанных с авариями из-за износа оборудования и их последствиями. Необходимо подбирать щадящие методы для борьбы с АСПО, отложениями солей и бактериальным заражением, как для скважины, так и для самого пласта.

#### Литература

1. Атлас месторождений нефти и газа Ханты-Мансийского автономного округа-Югры: в 2 т. // Под ред. В.А. Волкова, А.В. Шпильмана. – Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2013. – Т. 2. – 236 с.
2. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 678 с.
3. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. – М.: Изд. Дело, 2006. – 552 с.

**ОЦЕНКА МЕТАНООПАСНОСТИ РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ  
ГАЗА НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОЛПИНСКОГО ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА****М.К. Моисеева, Е.К. Дугарова**

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В отношении воздействия объектов газовой промышленности на окружающую среду, подземные хранилища газа (ПХГ) являются одними из наиболее малоисследованных.

Неблагоприятным явлением при эксплуатации ПХГ являются утечки и миграции газа, обусловленные целым спектром как технологических, так и геолого-динамических причин. В связи с этим проведены работы по выявлению и оценке метаноопасности на территории размещения подземного хранилища газа на примере Колпинского ПХГ.

Объекты хранения газа относятся к особо опасным, одним из негативных явлений при эксплуатации ПХГ является их разгерметизация, вместе с тем – вертикальные перетоки газа. Своевременно проведенный экологический мониторинг сред на территории размещения ПХГ, предотвращает чрезвычайные и аварийные ситуации на ранней стадии, которые грозят опасностью для здоровья и жизни людей, а также позволяет разработать комплекс мер для предупреждения таких ситуаций.

Целью исследования является современная оценка состояния и вероятности метановых проявлений, на примере Колпинского ПХГ.

Задачи сводились к следующим:

- изучение и анализ материалов исследований проводимых на объекте в предыдущие годы;
- проведение газогеохимической съемки на предполагаемых участках эмиссии метана;
- обнаружение и оконтуривание газовых аномалий;
- оценка экологического риска для территории размещения Колпинского ПХГ.

Для решения поставленных задач были выполнены работы с помощью шахтного инферометра ШИ-11 (предел абсолютной погрешности  $\pm 0,2$ ): шпуровая газовая съемка территории (глубина шпуров 0,8–1,0 м) для поиска газовых аномалий, генетически и пространственно связанных с глубинными аномалиями.

Расположение профилей газогеохимической съемки продиктовано расположением зафиксированных ранее газовых грифонов, аномалий и профилей газохимической съемки [1, 2]. Всего при проведении натурных работ было выполнено 445 измерений метана и диоксида углерода на 6 профилях (2, 3, 4, 5, 6, 8), с шагом 20 м при детализации на профилях 4, 6 (5–10 м). Средние содержания метана по профилям колеблются от 0,24 до 0,57%, максимальные содержания достигают 6% (профиль 8). На профиле 8 зафиксирована концентрация метана свыше 5%, на 3 профилях выявлены значения от 1% и выше (5, 6, 8).

В соответствии [4] грунты относятся к безопасным, поскольку оценка проводится при учете объемной доли двух газов ( $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ ). При этом, значения метана повышены.

Анализ аварий на ПХГ по причине образования газовых грифонов показал, что за последние 10 лет на подземных хранилищах газа произошло 25 аварий, приводящих к значительным капитальным затратам на ликвидацию последствий аварии. В этот список входят 17 утечек, 5 пожаров, 3 взрыва, газа или

газовоздушной смеси. Средний ущерб за 10 лет от утечки газа составил 0,15 млн. руб., от пожара на ПХГ – 0,54 млн. руб. и от взрыва – 0,8 млн. руб. Общий среднегодовой ущерб составил 1,49 млн. руб. [3].

В ущерб за утечку метана включены плата за загрязнение окружающей среды парниковым газом метаном, ущерб нанесенный загрязнением четвертичных вод (хозяйственно-бытовые нужды). В ущерб при взрыве и пожаре включена стоимость рекультивации земель, нарушенных при этих событиях, а также восстановление технологических сооружений, разрушенных при пожаре и взрыве.

Рассчитана вероятность образования грифона на территории размещения Колпинского ПХГ: за 1 год – 0,06 (минимальный риск), за 10 лет – 0,689. Рассчитан экологический риск, который включает в себя две составляющих: вероятность события и ущерб от события. Экологическим риском в большей степени является утечка метана. Также, утечка метана является и самым вероятным исходом при проявлении газового грифона – 0,68.

По данным анализа аналогичных объектов, был рассчитан риск: при утечке метана – 0,102 млн. руб., при пожаре – 0,108 млн. руб., при взрыве – 0,96 млн. руб.

По статистическим данным [3], газовые грифоны отмечались на расстоянии 0–200 м от скважины в 16 случаях, 200–450 м от скважины – в 7 и 450–700 м от скважины в 2-х случаях. Таким образом, вероятность проявления газового грифона на расстоянии 0–200 м от скважины – 0,64; 200–450 м – 0,28; 450–700 м – 0,08. На основании перечисленных данных была построена карта вероятностного проявления газовых грифонов (рис. 1) методом интерполяции, в результате построения которой были выделены зоны наибольшей вероятности образования газовых грифонов.



Рисунок 1 – Карта-схема вероятностного проявления газовых грифонов

Причиной повышенных концентраций метана на данной территории являются несовершенства в конструкции скважин, а также некачественная ликвидация нескольких скважин, и, как зафиксированное следствие, проявление

газовых грифонов на дневной поверхности вблизи эксплуатационных, наблюдательных и ликвидированных скважин, что свидетельствует о плохом состоянии конструкций скважин.

Это говорит о том, что утечки не были ликвидированы, продолжают на сегодняшний день, источники утечек остаются неизменными.

Согласно проведенным исследованиям район является районом повышенного риска по метаноопасности.

#### Литература

1. Каприелов, Ю.О., Тиньков С.Д. Специальные гидрогеохимические исследования продуктивных и контрольных горизонтов на подземных хранилищах газа // Мингазпром «Союзгазгеофизика», Моск. опытно-метод. экспедиция, темат. партия гидрогеохим. исслед. – М., 1987. – С. 10 – 15, 80 – 96.
2. Кастрюлина, Е.А., Брикман К.А. Изучение газонасыщенности четвертичных отложений в пределах Колпинской площади // Трест «Союзбургаз», Ленингр. контора развед. бурения. – Л., 1969. – С. 25 – 44, 48 – 52.
3. Отчет об охране окружающей среды за 2010 г. / ООО «Газпром ПХГ». – СПб., 2011. – С. 115 – 150.
4. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства [Электронный ресурс]. URL: [gostbank.metaltorg.ru/data/norms\\_new/sp/11.pdf](http://gostbank.metaltorg.ru/data/norms_new/sp/11.pdf)

### ОХРАНА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ АВАРИЯХ НА ТРУБОПРОВОДАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

И.Т. Насырова

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На территории Российской Федерации в эксплуатации находится 350 000 км внутрипромысловых трубопроводов. Ежегодно случаются до 50 000 аварий. На месторождениях Западной Сибири в эксплуатации находятся более 100 000 км трубопроводов, из которых более чем у 30% срок службы превышает 30 лет. Аварии подразделяются на следующие группы: 60% случаев – перепады давления, гидроудары и вибрации; 25% – проявление процессов коррозии; 15% – форс-мажорные обстоятельства и природные явления.

В последние десятилетия центр добычи нефти и газа в нашей стране сместился в район Западной Сибири и Крайнего Севера. В создавшейся географической ситуации только магистральные трубопроводы могут быть эффективным средством доставки нефти и газа из этих районов в другие регионы страны и за ее пределы.

Трассы построенных трубопроводов проходят по территориям со сложными грунтами и резкими колебаниями температур в осенне-зимний период. А в связи с тем, что сооружение магистральных нефтепроводов приводит к повсеместному нарушению почвы и приповерхностных грунтов на определенном расстоянии от трубопровода, строятся подводные переходы и траншеи в акватории водоемов, которые эти трубопроводы пересекают. Все это приводит к тому, что данные техногенные сооружения становятся основным негативным фактором, угрожающим хрупкой природе Севера нашей страны.

Возросшие в последние годы объемы добычи и транспортировки приводят к опережающей активизации эрозионных процессов, к деформации русел рек, активизируют другие различные процессы деградиационного изменения рельефа.

На начальных этапах эксплуатации трубопровода на окружающую природную среду осуществляется воздействие нового комплекса негативных факторов, таких как загрязнение почвы и подпочвенных вод, связанные с разливами нефти. Попутно загрязнения осуществляются и на объекты гидросферы (реки и озера) и на атмосферу.

Главными проблемами по предотвращению разливов нефти на почву являются: безопасная эксплуатация оборудования, которое используется при добыче и транспортировке нефти; разработка и внедрение в производственный процесс технологий, отвечающих условиям экологической безопасности и ускоряющих хозяйственную эффективность производственного процесса [1].

Безопасная эксплуатация нефтепроводов осуществляется постоянным поддержанием свободных подъездов и подходов к имеющемуся оборудованию. Одним из затрудняющих эту работу факторов, является постоянное зарастание околотрассовых свободных пространств деревьями и кустарниками, высоким травостоем, что может привести к усложнению контроля за пространством, примыкающим к трассе, а также за самой трассой, препятствует доступу к аварийным участкам, а это негативно отражается на эффективности эксплуатации оборудования. Усложняющим фактором является и тот факт, что нефтепроводы проходят через территории сплошной заселенности и малой хозяйственной освоенности. Экспуатантам приходится постоянно решать вопросы ликвидации растений, являющихся хорошим горючим материалом, которые, в случае возникновения лесных пожаров, будут способствовать аварийности на нефтепроводах.

В случае произошедшего разлива нефти и необходимости уборки разлитых и ядовитых для природной среды нефтепродуктов с грунта, применяются трудоемкие и малоэффективные методы очистки. Такие методы, как засыпание разливов грунтом, применяемые в большинстве случаев, технологически трудоемки и очень вредны экологически, так как ведут к уничтожению гумусового слоя почвы, к формированию участков местности, лишенных растительности, которые могут стать объектами осуществления процессов эрозии.

За рубежами нашей страны в ряде зарубежных кампаний для удаления нежелательной растительности применяются химические методы очистки территорий. В Западной Сибири применение таких способов очистки территорий, примыкающих к нефтепроводам, составляет 2% потребности, в то время как в странах Европы и в Северной Америке – достигает 15–20%. Приведенные данные указывают на то, что в нашей стране данной методике до настоящего времени не уделяется достаточного внимания.

#### Литература

1. Шишмина Л.В. Экология нефтедобывающих комплексов: курс лекций. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 112 с.



### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЯМБУРГСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЯНАО)

А.С. Нестерова

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сегодня ООО «Газпром добыча Ямбург» ведет добычу углеводородов в районах Крайнего севера. Экологическая политика предприятия предусматривает системный подход при оценке трансформации природно-территориальных комплексов и решении задач по экологической безопасности производственных объектов при освоении новых месторождений природного газа и газового конденсата. Известно, что ООО «Газпром добыча Ямбург» владеет лицензиями на разработку месторождений природного газа и газового конденсата, расположенных в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО): Ямбургского, Заполярного, Тазовского, Северо-Парусового и Южно-Парусового (рис. 1) [3]. Ямбургское месторождение располагается на Тазовском полуострове и в междуречье рек Пур и Таз севера Западно-Сибирской равнины. С точки зрения физико-географического районирования на этой территории выделяется Тазовская провинция, охватывающая одноименный полуостров между Обской и Тазовской губами. Данная провинция входит в тундровую широтно-зональную область и представляет собой расчлененную равнину с переходом к югу в преимущественно заболоченную равнину.



Рисунок 1 – Карта-схема расположения месторождений природного газа и газового конденсата в зоне функционирования ООО «Газпром добыча Ямбург»<sup>^</sup> А – полуостров Ямал; Б – Тазовский полуостров; В – междуречье рек Пур и Таз; Г – Гыданский полуостров; а – реки; б – озера; в – болота; г – месторождения, разрабатываемые или готовящиеся к разработке; д – месторождения, перспективные для освоения. Месторождения: 1 – Северо-Парусовое; 2 – Южно-Парусовое; 3 – Ямбургское; 4 – Тазовское; 5 – Заполярное; 6 – Северо-Каменномысское; 7 – Каменномысское-море

Здесь хозяйственная деятельность коренного населения основывается на занятиях оленеводством, охотой и рыболовством. При этом ведущей отраслью является оленеводство, использующее территорию тундры как олени пастбища с большим диапазоном растительных ассоциаций: мохово-лишайниковых, луговых, болотных, кустарниковых и др.

Для промыслового рыболовства используются водоемы Обской и Тазовской губ со скоплениями сиговых, осетровых и частичковых рыб. Оценка трансформации природно-территориальных комплексов в зоне функционирования ООО «Газпром добыча Ямбург» с самого начала освоения месторождений природного газа и газового конденсата была необходима для разработки и формирования экологической политики, как на эксплуатируемых, так и планируемых к освоению месторождениях [1].

Основные изменения состояния природной среды происходят при бурении и работе скважин, строительстве и эксплуатации магистральных и промысловых газопроводов, продуктопроводов, компрессорных станций, установок комплексной подготовки газа, дорог, линий электропередач и при возведении жилых объектов. Наиболее заметные нарушения природного ландшафта здесь связаны с лесными тундровыми пожарами, охватывающими большие площади. На горях после уничтожения теплоизолирующего растительного покрова (РП) увеличивается мощность сезонного талового слоя, возрастает тиксотропность грунтов, что активизирует процессы плоскостной эрозии, термокарста, солифлюкции, сползания поверхностных отложений даже на пологих склонах.

Районирование нарушенных территорий Тазовского полуострова, площадью около 70 000 км<sup>2</sup> может быть реализовано в масштабе 1:1000 000 на основе снимков низкого пространственного разрешения (1 км), покрывающих одним или двумя кадрами всю территорию полуострова. Для характеристики трансформаций обязательным условием является определение эталонных территорий ненарушенного состояния. Эти зоны определяются по участкам коренных типов растительности с периодом восстановления, превышающим время с момента начала освоения месторождения и их возможного поражения. Для территории давно эксплуатируемого Ямбургского месторождения трансформация природно-территориальных комплексов может быть охарактеризована на основе снимков спутников NOAA (разрешение 1,1 км) на весь Тазовский полуостров, снимки спутников Landsat (разрешение 30 м) на фрагмент территории Тазовского полуострова, снимки КФА – 1000 (разрешение 7 м) на фрагмент снимков Landast. По результатам наземных наблюдений оконтуриваются участки однородной коренной растительности (ягельники, листовничные древостои) и другие поверхности ненарушенного состояния, используемые в качестве эталонов (песчаные отмели, водные поверхности).

По результатам исследований строятся карты современных трансформаций растительного покрова (рис. 2).

Исходя из карты видно, что места наибольшей концентрации и нарушений РП до 1988 г. были сконцентрированы в пределах контуров трех крупнейших месторождений: Медвежьего, Уренгойского и Ямбургского. На Ямбургском месторождении основные нарушения отмечаются на севере и ближе к юго-восточной границе, в то время как в центре, на участке сосредоточения основных промышленных объектов, площадь трансформации незначительна.

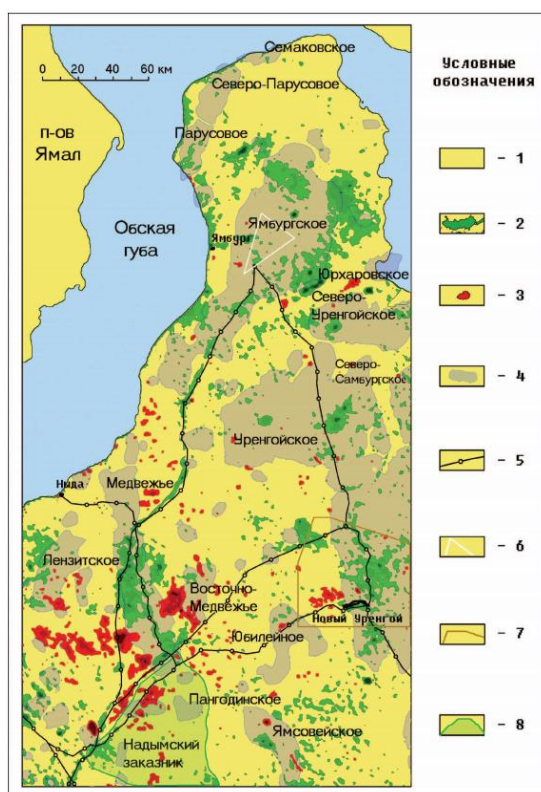


Рисунок 2 – Иллюстрация карты современных трансформаций растительного покрова (РП) на территории Тазовского полуострова (по данным спутника NOAA, 1988 и 2001 гг. съемки): 1 – участки без изменения состояния РП; 2 – участки нарушения РП до 1988 г.; 3 – участки нарушения РП в период с 1988 по 2001 гг.; 4 – территории основных нефтегазоконденсатных месторождений; 5 – магистральные газопроводы; 6 – границы участка сосредоточения промышленных объектов Ямбургского НГКМ; 7 – границы участка детальных исследований Уренгойского НГКМ; 8 – границы территории Надымского заказника [2]

Тот факт, что эти территории не отмечаются как нарушенные, связан с наличием большого числа крупных и мелких озёр. Низкое пространственное разрешение используемых снимков не позволяет уверенно выделять здесь участки суши с РП на фоне большого скопления водоемов. Нарушение растительных покровов неизбежно влечет за собой изменение в ландшафте, биосфере, криосфере и гидросфере данной территории. В частности, трансформации растительности, сопровождающиеся формированием вторичных видов, приводят к повышению температуры сезонно-талого слоя на 1,0-1,5 °С. Нарушение природных ландшафтов могут привести к катастрофическому затоплению территории, поскольку мерзлые грунты здесь отличаются высокой льдистостью и соленостью. В этой связи, чрезвычайно важна организация системы мониторинга за состоянием поверхностных покровов.

#### Литература

1. Антропогенные изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции / Под ред. Н.Г. Москаленко. – Тюмень, 2006. – 357 с.
2. Корниенко С.Г., Якубсон К.И., Масленников В.В. Изучение трансформаций природных комплексов нефтегазоносных областей криолитозоны по данным

космической съемки // Наука и техника в газовой промышленности, 2005. – №3. – С. 71 – 77.

3. Салихов З.С., Андреев О.П., Арабский А.К., Кондратьев С.Д., Павлунин В.Б., Ставкин Г.П. Система менеджмента риска эксплуатации газопромысловых сооружений в геокриологических условиях Арктики и полуострова Ямал // Наука и техника в газовой промышленности, 2006. – № 3. – С. 18 – 25.

### ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Д.А. Нечаев

Научный руководитель доцент А.В. Шадрина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день нефтяная отрасль является главной для мировой экономики, поэтому добыча нефти увеличивается ежегодно. К сожалению, все процессы, тем или иным способом связанные с добычей, транспортировкой, сопровождаются значительным загрязнением окружающей среды. Комплекс мероприятий, направленных на удаление нефтепродуктов и их стоков с поверхности воды и с почв называется ликвидацией. Этот процесс условно состоит из трех стадий: первая – локализация разлива, вторая – сбор и извлечение загрязняющего нефтепродукта и пораженного участка земли (воды), третья – транспортировка собранного материала к месту переработки или утилизации [1]. Для выполнения вышеперечисленных работ, связанных с утечкой нефтепродуктов, применяют различное оборудование, которое выполняет те или иные функции. На данный момент стоит острый вопрос по созданию многофункциональных устройств, обеспечивающих качественную ликвидацию разлива в кратчайшие сроки. В связи с этим, нами предложена функциональная модель универсальной установки (рис. 1), позволяющей выполнять основные функции всех этапов ликвидации разлива.

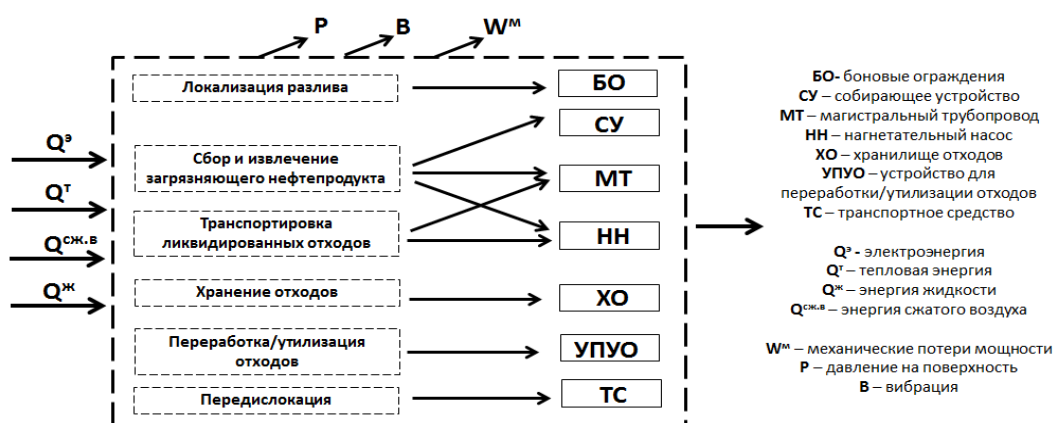


Рисунок 1 – Функциональная модель универсальной установки, предназначенной для ликвидации разливов нефтепродуктов

Всё существующее на данный момент оборудование можно классифицировать по уровню агрегатирования, т.е. по возможности ликвидации

разлива данной технологической машиной. Уровень агрегатирования  $A_y$  определяется по формуле  $A_y = K_{TM} / K_{TC}$ , где  $K_{TM}$  – количество выполняемых операций одной технологической машиной,  $K_{пл}$  – количество операций, которое необходимо для ликвидации последствий разливов нефти [1].

Таким образом, в соответствии с формулой возможна следующая классификация машин для ликвидации последствий разливов нефти:

1. *Индивидуальные машины ( $A_y < 1$ ).*

Данный тип оборудования выполняет только 1 операцию при ликвидации разливов нефти.

В основном к нему можно отнести:

- землеройные устройства: бульдозеры, экскаваторы (выполняемые операции: экскавация пораженной после нефтеразлива земли);
- насосы: ПНУ-1М, насосы марки ЕАР, ЕНГ, ХЛ, горизонтальные многоступенчатые насосы SCS, DCS (основные операции: создание напора для работ, связанных с перемещением нефтяной субстанции) [5];
- машины для приготовления сорбента: машины «Геолайн» (основные операции: непосредственное приготовления сорбента, который в дальнейшем переносится на поврежденный участок) [1];
- автомобили для перевозки шлама: различные грузовые автомобили (основная операция: вывоз, либо перемещение сорбента и остатков переработки);
- боновые ограждения: постоянной плавучести, огнестойкие, надувные, приливные и т.д. (специальные ограждения, применяемые для ликвидации разливов нефти на водных объектах и используемые в качестве задерживающего устройства);
- емкости для сбора нефтепродуктов: ВХН, Резервуар РР-7 (основная операция: временное хранение нефтепродуктов);
- установки для сжигания отходов: Smart Ash, «Форсаж-1» (основная операция: сжигание отходов, отработанного сорбента, шлама и т.п.) [4].

К основным недостаткам вышеупомянутого типа технических средств ликвидации разливов нефти относят: большие затраты, связанные с закупкой и содержанием парка машин и оборудования для целей ликвидации последствий аварии; увеличение времени ликвидации разлива, так как за каждый этап работы отвечает машина, имеющая определённые функции.

2. *Машины-полуагрегаты ( $A_y \approx 1$ ).*

Этот тип оборудования выполняет не менее 2-х операций по ликвидации разлива нефти. Он включает в себя:

- вакуумные машины: модели марки КО (ОАО «Коммаш»), Scania 8x4 и т.д. (основные операции: вакуумная очистка пораженного участка, транспорт и выгрузка в местах утилизации отходов) [1];
- машины-транспортёры: МСТН, гусеничный транспортер ГТМ-0,8Р (используются для сбора и транспортировки нефтепродуктов, шлама, сорбентов, а также для рекультивации пораженного участка земной поверхности) [4];
- скиммеры: щеточные, дисковые (Komaga Star 20, Спрут-1), олеофильные (марка СО) (устройство с универсальной собирающей установкой барабанного типа, и установкой, предназначенной для дальнейшего перемещения, хранения или ликвидации нефтепродуктов) [1];
- нефтесборщики: вакуумный, дисковый, барабанный (основные операции: сбор нефтепродуктов с водной и грунтовой поверхности, ее временное хранение для последующей утилизации) [3].



Основные недостатки машин-полуагрегатов заключаются в следующем: при поломке или неисправности одной из машин приостанавливается целый цикл работ по ликвидации разлива, что ведет к развитию экологической катастрофы; тот или иной тип машины-агрегата используется только для определенного типа поверхности, т.е. вышеупомянутый тип установок не является полностью универсальным.

### 3. Машины-агрегаты ( $Ay \geq 1$ )

Данный тип оборудования выполняет 3 и более операций, связанных с ликвидацией разлива нефти. Примерами могут служить следующие виды установок:

- экологические машины: ЭМ-4М (основные операции: обработка поверхностного слоя почвы, загрязненного нефтью и нефтепродуктами, с одновременным внесением биологического деструктора, комплексных удобрений; данная машина устанавливается на любой грузоподъемный автомобиль, что делает ее легко эксплуатируемой) [1];
- передвижная установка для очистки и утилизации нефтепродуктов (позволяет оперативно изготовить необходимое количество сорбента, обработать подверженные загрязнению участки земли, а также утилизировать отходы; установка является мобильной) [2];
- мобильные комплексы для сбора нефти: ЛАРН, наборы для ликвидации разливов Spill Kits (данный тип машин представляет собой передвижные контейнеры, в которых располагается необходимое оборудование для выполнения операции по очистке окружающей среды от загрязнения) [4].

Для машин-агрегатов можно выделить следующие недостатки: большой размер занимаемой площади, который вызывает сложности, связанные с эксплуатацией установки; появление нежелательного внешнего давления машины-агрегата на поверхность, подверженную ликвидации разлива.

Таким образом, представленную функциональную модель универсальной установки можно отнести к типу «Машины-агрегаты» ( $Ay \geq 1$ ), но при этом необходимо учесть недостатки уже созданных моделей и конструкций. Например, техническое средство должно быть мобильным: передвижение должно происходить как по грунтовой, так и по водной поверхности (возможно по поверхности льда). В основу многофункционального оборудования следует включить те необходимые технические устройства, которые будут выполнять наиболее важные этапы в работе по ликвидации нефтеразлива, при этом составляющие должны быть технически объединены. Их совместная работа обеспечит качественный, мобильный, быстрый процесс удаления нефтепродуктов. В целях дальнейшего повышения эффективности процесса ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов необходимо создание конструкции универсальной установки на основе представленной в данной статье функциональной модели. Также стоит провести анализ различных технических устройств, используемых для удаления загрязнений, которые будут включены в состав установки. В конечном итоге, необходимо провести расчеты на оптимизацию, экономическую и экологическую рентабельность.

### Литература

1. Крец В.Г., Рудаченко А.В., Шмурыгин В.А. Машины и оборудование газонефтепроводов: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 376 с.
2. Луценко А.Н., Катин В.Д. Передвижная установка для очистки рабочих поверхностей от разливов нефтесодержащих жидкостей и сбора сыпучих мелкокусковых материалов: Пат. 104197 Российская Федерация: МПК E01P 1/08

(2006.01). Хабаровск, ДВГУПС. № 2010144258/21; заявл. 28.10.2010; опубл. 10.05.2011. – Бюл. №13. – 3 с.

3. Пашаян А.А., Нестеров А.В. Проблемы очистки загрязненных нефтью вод и пути их решения // Экология и промышленность России, 2008. – С. 32 – 35.

4. Продукция компании НД-ЭкоСистем [Электронный ресурс]. URL: ndecosystems.ru: <http://www.ndecosystems.ru/products/>, свободный.

5. Каталог продукции "ЭКОсервис-НЕФТЕГАЗ" [Электронный ресурс]. URL: ecooilgas.ru: <http://www.ecooilgas.ru/ru/catalogue/catalogue.php>.

## АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕФТИ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ГРУНТА

Д.А. Носов

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С увеличением объемов и расширением масштабов добычи, транспортировки, переработки и использования нефти и нефтепродуктов возросла и проблема, связанная с загрязнением природной среды [2].

При аварийных утечках нефти углеводороды изменяют свойства почв и почвенного покрова, химический состав растений, что приводит к трансформации растительного покрова, а также к загрязнению поверхностных и грунтовых вод, донных отложений [1].

Для выбора эффективных методов ликвидации аварии необходимы знания по прогнозу глубины и степени загрязнения грунтов углеводородами.

При попадании в грунт характер распространения загрязняющего вещества зависит от:

- физических свойств загрязнителя (плотность, вязкость, растворимость, сорбируемость, поверхностное натяжение на границе с водой и воздухом и др.);
- характеристики грунта (сорбционная способность почвогрунта, водные свойства, глубина залегания мерзлых грунтов, глубина оттаивания, состав и свойства почв);
- климатических условий;
- гидрогеологических условий территорий.

Для определения пространственного распределения углеводородов в почвогрунтах существует ряд методик. В данной статье расчеты проводились по методике в которой используется модель грунта как пористого вещества [3].

Скорость распространения нефти определяют по формуле:

$$V_i = \frac{\rho \cdot \mu_B}{\mu \rho_B} \cdot C_i,$$

где  $V_i$  – скорость распространения нефти в  $i$  слое, м/с;  $\rho$  – плотность нефти, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – вязкость нефти, кг/(м·с);  $C_i$  – водопроницаемость  $i$  слоя, м/с.

Здесь и в дальнейшем все величины с индексом «B» следует относить к свойствам воды с индексом «i» – к  $i$ -слою,  $i = 1 \dots N$ .

Площадь растекания нефти по поверхности грунтовых слоев определяют по формуле:

$$S_i = \frac{V_1 \cdot S}{V_i},$$

где  $S_i$  – площадь растекания нефти по поверхности  $i$  грунтового слоя, м<sup>2</sup>;  $V_i$  – скорость растекания нефти по поверхностному слою грунта, м/с.

Адсорбированную массу нефти грунтовым слоем определяют по формуле:

$$M_i = l_i \cdot S_i \cdot \rho_B \cdot n_i \cdot k_i \cdot \frac{\mu^2 \cdot \sigma_B}{\sigma \cdot \mu_B \cdot 10^4},$$

где  $M$  — масса пролитой нефти, кг;  $l$  — мощность слоя грунта, м;  $n_i$  — пористость грунтового слоя в месте разлива, %;  $k$  — капиллярная влагоемкость слоя грунта (объем пор, занятых капиллярной водой), %;  $\sigma$  — коэффициент поверхностного натяжения нефти, кг/с<sup>2</sup>.

Оценка характера распространения загрязнителя почвогрунта проводилась с использованием данных о свойствах нефти (табл. 1) и свойствах грунтов (табл. 2) [4]. Загрязнителем в данных условиях является товарная нефть. Предполагаемое загрязнение носит площадной характер (10 м<sup>2</sup>). За основу берется разлив нефти массой 1000 кг. Сравнение приводится при мощности слоев 1 метр. Результаты расчетов приведены таблице 2.

Таблица 1

Свойства нефти и воды

	Свойства нефти	Свойства воды
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	820	1000
Вязкость, кг/(м·с)	20·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-3</sup>
Коэффициент поверхностного натяжения, кг/с <sup>2</sup>	2,6·10 <sup>-2</sup>	72,8·10 <sup>-3</sup>

Таблица 2

Свойства грунта и результаты расчетов

Слой	Слабо разложившийся торф	Глина	Песок	Гравий
Пористость, %	75	50	30	25
Водопроницаемость, м/с	85·10 <sup>-6</sup>	1·10 <sup>-8</sup>	85·10 <sup>-6</sup>	0,37
Капиллярная влагоемкость, %	500	40	3	2
Скорость распространения нефти, м/с	3,485·10 <sup>-6</sup>	4,1·10 <sup>-10</sup>	3,485·10 <sup>-6</sup>	0,01517
Площадь растекания, м <sup>2</sup>	10	85000	10	0,0022973
Адсорбированная масса нефти, кг	42000	19040000	100,8	0,01286486

Результаты расчетов показали, что торф и глина способны адсорбировать гораздо большее количество загрязнителя, чем заданная масса пролитой нефти. При этом при попадании на глину нефть растекается на очень большую площадь. Пески, обладающие низкой влагоемкостью и высокой водопроницаемостью способны удержать в своем объеме не около 10% нефти. Для гравия, характеризующегося низкой пористостью, высокой водопроницаемостью и низкой капиллярной

влажностью расчеты показали, что практически вся нефть прошла через слой, что затрудняет ее сбор с поверхности грунта.

Таким образом, при разливе на поверхность торфа, наиболее эффективно будет собрать загрязненный грунт с последующей его очисткой, при попадании на глину, необходимо предотвратить растекание нефти на большую площадь, что облегчит применение методов ликвидации аварии. Если же нефть попала на поверхность гравия или песка, то для выбора метода очистки следует рассматривать следующий по профилю слой, так как песок и гравий пропустят через себя довольно большое количество загрязнителя с достаточно высокой скоростью.

#### Литература

1. Каменщиков Ф. А., Богомольнов Е. И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. – М.: Ижевск, 2006. – С. 29 – 30.
2. Красильников П.А., Середин В.В., Леонович М.Ф. Исследование распределения углеводородов по разрезу грунтового массива // Фундаментальные исследования, 2015. – №2. – С. 3100 – 3104.
3. Методика прогнозирования объема экологического загрязнения грунтов и грунтовых вод при проливе экологически вредных веществ / А.В. Вагнер, С.Н. Бухарин, С.Г. Кочемасов и др. // ИСБ: Экологический вестник России, 2004. – №5. – С. 45 – 51.
4. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М. Недра, 1996. – С. 36 – 38, 46 – 51, 118 – 120.

#### ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ СУЗУНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**О.А. Овчинникова, А.С. Миннибаев**

Научный руководитель ассистент Е.Н. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На территории Красноярского края в 1972 г. было открыто Сузунское газонефтяное месторождение, расположенное в Таймырском автономном округе юго-западнее г. Дудинки (150 км).

По величине запасов месторождение относится к крупным. Разработка месторождения сопровождается активным воздействием на окружающую природную среду региона, которая характеризуется рядом особенностей, требующих особого внимания и контроля в процессе промышленного производства [1]. Проследить мероприятия, проводимые по охране окружающей среды на Сузунском месторождении – цель наших исследований.

**Геоэкологические особенности района месторождения.** Территория представляет собой низменную слабовсхолмленную тундровую равнину с большим количеством рек, озер и болот. Вся местность расчленена послеледниковыми эрозионными долинами, величина среза которых редко превышает 30–40 м.

**Проблемы экологической безопасности на месторождении.** Вопросы экологической безопасности разработки месторождения являются одними из важнейших в реализации проекта освоения месторождения. Источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при строительстве скважины являются: передвижные источники, дизельные установки, котельные установки, склад ГСМ, выбросы при сжигании продуктов освоения, сварочные работы.

Основное воздействие на атмосферу оказывается на этапах строительномонтажных работ, бурения, крепления и освоения скважины.

Выбросы следующих загрязняющих веществ в атмосферу в период производства работ: 1-го класса опасности бензапирен; 2-го класса опасности: марганец и его соединения, сероводород, бензол, формальдегид, мазутная зола теплоэлектростанций; 3-го класса опасности: железа оксид, азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерод черный (сажа), ксилол, толуол, взвешенные вещества; 4-го класса опасности: углерода оксид, углеводороды C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>; неустановленного класса опасности: углеводороды по керосину, углеводороды предельные C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub>, углеводороды предельные C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub> [2].

Выбросы рассчитаны на период строительства и носят временный характер.

Предусмотрены мероприятия, направленные на сокращение объемов выбросов и снижение их приземных концентраций: применение герметичной технологической аппаратуры; автоматизация технологических процессов; блокировка оборудования и сигнализация при отклонении от нормальных условий технологических процессов.

Основными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод в процессе строительства скважин являются: циркуляционная система буровой установки; система сбора и хранения технологических отходов бурения; блок сбора и сжигания продукции освоения скважины; склад горюче-смазочных материалов; циркулирующие через скважину технологические жидкости.

Принята схема очистки бурового раствора, в которой применено отделение твердой фазы от жидкой с последующей тонкой очисткой раствора. Схема предусматривает многократное использование бурового раствора.

Для очистки сточных вод применяется коагулянт, который равномерно разбрызгивают по поверхности насосным агрегатом.

Осаждение коагулированных частиц происходит в течение 12–24 часов. После реагентной коагуляции и отстоя предусмотрено стоки частично использовать для приготовления бурового раствора, а также для охлаждения технологического оборудования.

*Защита буровой площадки* от поверхностного загрязнения химическими веществами обеспечивается: обвалованием технологической площадки по периметру с высотой и шириной вала не менее 1,0 м; созданием организованного стока талых и дождевых вод в пределах промышленной площадки в емкости для накопления сточных вод; сбросом сточных вод при промывке емкостей и трубопроводов циркуляционной системы буровой установки, емкостей и оборудования цементировочных агрегатов в специальные емкости.

По окончании строительства проектируемых объектов предусматривается проведение рекультивации нарушенных земель на участке, предоставленном в краткосрочную аренду.

Отходы (осадки) из выгребных ям и хозяйственно-бытовые стоки, вывозят на очистные сооружения. Отходы (осадки) от реагентной очистки сточных вод используют для получения вторичного материала по технологии «Грунтобетон». Резиновые изделия, золу от сжигания отходов, передают специализированной организации. Отходы металлолома, остатки сварочных электродов, передают специализированной организации на утилизацию.

*Мероприятиями по охране растительного и животного мира* предусмотрено: осуществление строительства основных производственных и вспомогательных сооружений буровой установки в границах земельного участка,



отведенного под строительство; запрещение выжигания растительности; обвалование площадки буровой земляным валом из минерального грунта; устройство отводных канав; движение автотранспорта и спецтехники по существующим и проектируемым дорогам; размещение отходов бурения в шламовом амбаре, обеспечивающее отсутствие прямого контакта с животным миром; недопущение загрязнения нефтепродуктами территории буровой и за ее пределами; засыпка открытых ям и траншей для предотвращения попадания в них животных в процессе строительства скважины; ограждение территории площадок; запрещение ввоза охотничьего оружия; запрещение беспривязного содержания собак; рекультивация нарушенных земель.

Формирование Сузунского месторождения происходит при использовании уже возведённой и функционирующей инфраструктурной сети Ванкорского месторождения. Такой характер работ предполагает минимальную степень воздействия на экологический статус района. Министерством природных ресурсов и экологии Красноярского края контролируется весь процесс работ на территории этого месторождения. Проводимые мероприятия по охране окружающей среды соответствуют нормативным актам РФ.

#### Литература

1. Конторович А.А., Распутин С.Н. Зональный комбинированный проект поисковых и разведочных работ на лицензионных участках ОАО «ТНК ВР». – Красноярск, 2006. – Т. 1. – С 27–35.
2. Конторович А.А., Распутин С.Н. Зональный комбинированный проект поисковых и разведочных работ на лицензионных участках ОАО «ТНК ВР». – Красноярск, 2006. – Т. 2. – 123 с.

#### **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ И ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ АВАРИЯХ НА ТРУБОПРОВОДАХ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)**

**Я.В. Оленев, Ю.С. Пуговкина, А.И. Бахлюстов**

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нефтедобывающая промышленность оказывает существенное воздействие на окружающую среду. Это происходит на всех этапах «большого пути» нефти – от пласта до завода переработки. Самыми весомыми факторами, влияющими на экологию, являются возможные аварийные ситуации на производстве.

В большинстве случаев аварии возникают из-за нарушений технологии производства, правил эксплуатации оборудования, низкой трудовой и технологической дисциплины, несоблюдения мер безопасности, отсутствия должного надзора за состоянием оборудования. С точки зрения экологии аварии на трубопроводах являются одними из наиболее масштабных и опасных. В связи с этим недропользователям необходимо иметь точное представление о возможных порывах, путях их ликвидации и восстановления экологического равновесия.

Целью работы является оценка загрязнения ландшафтов и водных объектов при авариях на трубопроводах и анализ наиболее рациональных путей ликвидации последствий.

Для предупреждения порывов первым этапом необходимо обозначить возможные факторы, способствующие возникновению и развитию аварий на нефтепроводах и газопроводах, к каким относятся:

- значительное количество перемещаемой по трубопроводам легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ) или газа;
- значительная протяженность участков трубопроводов;
- периодичность технологического процесса (перекачка нефти, газа);
- проведение процесса перекачки под давлением;
- наличие переходов через водные объекты, пересечений трассы трубопровода с транспортными коммуникациями;
- возможность антропогенного воздействия на объект;
- наличие примесей, вызывающих повышенную коррозию трубопроводов.

Затем согласно перечисленным факторам определяются причины аварий. Основными причинами могут стать: физический износ, механические повреждения, температурные деформации трубопровода; гидравлический удар при резком закрытии запорной арматуры; внутренняя и внешняя коррозии трубопровода; нарушение технологических режимов перекачки нефти и газа; внешние воздействия природного и техногенного характера; ошибки запаздывания или бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях; преднамеренные действия.

Результатом аварий на объектах, использующих нефть, кроме потерь продукции, является токсическое поражение окружающей среды. Скопление нефти в пониженных местах может вызвать образование горючих паровоздушных смесей с последующим возможным возгоранием.

Таким образом, недропользователям необходимо составлять схему причинно-следственных закономерностей развития аварий для их предотвращения и предотвращения. Это закреплено положениями Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 (№ 116-ФЗ) и постановлениями Правительства РФ «Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах» от 26.08.2013 (№ 730), согласно которым нефтяные компании Западной Сибири должны иметь разработанные планы мероприятий по локализации и ликвидации аварий и последствий аварий [3, 4].

Опасные вещества, загрязняющие окружающую среду, подразделяются на:

- горючие жидкости (ГЖ) – нефть, газовый конденсат, метанол, деэмульгатор, ингибитор коррозии;
- воспламеняющиеся газы (ВГ) – попутный нефтяной газ.

На практике зона выхода и распространения опасных веществ при аварии будет зависеть не только от объема выхода опасного вещества, но и от условий распространения, т.е. от условий аварии и внешних факторов.

Отрицательное воздействие аварийно-вылившейся нефти при различных сценариях аварий на объектах распространяется на все компоненты окружающей природной среды. При этом происходит загрязнение почвы впитавшейся нефтью, загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение атмосферного воздуха парами нефти, а также продуктами их сгорания.

В соответствии с причинами аварийной ситуации, ее типом, площадью поражения принимаются комплексы мер по ее устранению. Аварийный разлив нефти более 15 т относится к чрезвычайной ситуации. Локализация и ликвидация последствий мелких аварий, связанных с разливом нефти менее 15 т, выполняется собственными силами. Ликвидация происходит с помощью оперативной работы

всех причастных органов производства, с максимальным уменьшением зоны поражения и тяжести последствий для окружающей среды и рабочему персоналу.

Для устранения аварий проводят следующие работы:

- определение характеристики очищаемого объекта: инженерно-геологические показатели, качественные и количественные показатели загрязнений, микробиологические и агрохимические показатели очищаемого грунта;

- локализация загрязнений;

- очистка территории от загрязнений;

- нанесение на рекультивируемые земли потенциально плодородного слоя почвы;

- очистка рекультивируемой территории от производственных отходов;

- приобретение и посадка саженцев.

Рассмотрим основные типы аварий на трубопроводе и наиболее оптимальные мероприятия по локализации и ликвидации последствий на примере нефтепромысла Муравленковского месторождения.

Муравленковское месторождение расположено в северной части Сургутского свода, в Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, приурочено к водоразделу рек Пурпе и Пякупур. Месторождение относится к Сургутскому нефтегазоносному району (НГР) Надым-Пурской нефтегазоносной области (НГО) Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП); введено в разработку в 1981 г. Промышленная продуктивность связана с покурской свитой – пласт ПК1. Добываемый флюид характеризуется следующими физико-химическими свойствами: плотность нефти – 780-790 кг/м<sup>3</sup>, вязкость – 1,2-1,38 мПа·с; нефть малосернистая, парафинистая, малосмолистая, газовый фактор составляет 58-70 м<sup>3</sup>/т.

Месторождение имеет следующее техническое оборудование для транспортировки углеводородов (УВ): 514 км нефтесборных трубопроводов с рабочим диаметром 114 мм и рабочим давлением 1,6 МПа; 74 км напорного нефтепровода диаметром 273 мм под рабочим давлением 1,6 МПа; 15 км газопровод с рабочим диаметром 219 мм и рабочим давлением 1,6 МПа. Количество опасных веществ, находящихся в системе технических оборудований на месторождении, составляет 2333 т сырой нефти, 18,2 т метанола, 129,3 т попутного газа, 166,8 т природного газа [2].

Трубопровод на изучаемом месторождении работает с 1981 г., за время его эксплуатации происходили различные аварийные ситуации. Наиболее опасной аварией с точки зрения нанесения экологического ущерба является загрязнение водных объектов. Оно возникает в результате разгерметизации трубопровода на участке перехода через реки Пурпе и Пякупур, где нефть разливается непосредственно в водоемы, и происходит образование стойкого загрязнения водного объекта. Площадь загрязнения водных объектов составляет порядка 800 тыс. м<sup>2</sup>.

В связи с большой площадью поражения УВ водных бассейнов одним из наиболее надежных методов ликвидации загрязнений является использование абсорбента на основе модифицированного сфагнового мохового торфа. При высокотемпературной обработке торф меняет свои свойства с гидрофильного на гидрофобное и олеофильное. Гуминовая составляющая работает, как катализатор активности эндемичного биоценоза, значительно повышая эту активность и ускоряя его взаимодействие с УВ. Этот метод является экологически безопасным для гидросферы по сравнению с аналогичными способами сбора нефтепродуктов.

Оставаясь на месте аварии, после ликвидации разлива, торф переходит в гидрофильное состояние и начинает впитывать воду как в обычных природных условиях, становясь полезным компонентом, как воды, так и почвы.

Однако наиболее вероятно возникновение аварии на суше. Разлив нефти в окружающую среду, образование стойкого загрязнения верхних слоев ландшафтов возникает из-за образования свища в теле трубы. Площадь загрязнения территории вдоль трубопроводов составляет порядка более 1,5 тыс. м<sup>2</sup>.

В результате анализа основных методов ликвидации загрязнений УВ, можно сделать вывод, что наиболее эффективными и экономически рентабельными для сохранения экосистемы являются физико-химические методы. Один из них это очистка грунтов в технических резервуарах подогретыми водными растворами в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ), и последующая вакуумная экстракция полученной смеси. Второй метод – обработка грунта негашеной известью в количестве 0,5–5 % от массы разлитого нефтепродукта, последующий сбор полученного твердого продукта, который удерживает нефтепродукты в виде комплексных соединений.

Помимо загрязнения ландшафтов нефтепродуктами на трубопроводах возможны выбросы газа. Ликвидация подобного рода аварий осуществляется в несколько этапов: 1) перекрытие газопровода; 2) стравливание газа с поврежденного участка газопровода; 3) отцепление зоны порыва; 4) ожидание снижения концентрации газа до предельно допустимой концентрации (ПДК) [1].

Таким образом, степень загрязнения ландшафтов и водных объектов при авариях на трубопроводах зависит от оперативности и комплексности ликвидационных и рекультивационных работ. Только в этом случае будет минимальный ущерб окружающей среде от аварий на трубопроводах.

#### Литература

1. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны // Постановление Главного Государственного санитарного врача РФ № 4 от 4 февраля 1998 г. – М., 1998. – 58 с.
2. Козлитин А.М., Яковлев Б.Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2000. – 124 с.
3. ПБ 08-624-03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности // Постановление Госгортехнадзора РФ № 56 от 5 июня 2003 г. – М., 2003. – 276 с.
4. ПБ-07-601-03 Правила охраны недр // Постановление Госгортехнадзора РФ №71 от 6 июня 2003 г. – М., 2003. – 26 с.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В СВЯЗИ С РАЗЛИВАМИ НЕФТИ Д.А. Павлова

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефть, это смесь тысяч химического соединений, преимущественно углерода и водорода или углеводородов. Углеводороды, содержащиеся в нефти, делятся на три группы: метановые, нафтеновые и ароматические. Метановые наиболее устойчивы, ароматические устойчивы в наименьшей степени, что

связано с наименьшим содержанием в их составе водорода, и они же наиболее токсичны для объектов природной среды.

Основные месторождения нефти расположены в Западной Сибири, в Восточной Сибири и в районах Крайнего севера нашей страны. Например, в Ханты-Мансийском Автономном округе (ХМАО) разведано более 50% запасов нефти РФ.

Разливы нефти возможны на всех стадиях разработки месторождения. Источниками загрязнения являются скважины различного назначения, нефтепромыслы, пункты подготовки нефти к дальнейшей транспортировке. Наиболее частые и сильные загрязнения случаются при осуществлении разведочного бурения при вскрытии нефтяного пласта. Иногда происходит фонтанирование, в результате которого излившаяся нефть, пластовые воды и нефть попадают на почву и приводят к ее загрязнению. Например, на территории Ненецкого автономного округа с конца ноября 1980 по май 1987 гг. происходил спонтанный выброс газа и конденсата в больших количествах. Для ликвидации огромного горящего факела рядом со скважиной на большой глубине был произведен подземный ядерный взрыв, но факел продолжал гореть. В настоящий момент скважина закупорена, но самоизлив нефти продолжается, что грозит огромной экологической катастрофой, если обвалованный в настоящий момент участок излива нефти будет прорван и нефть начнет поступать в реки.

При анализе аварийности магистральных нефтепроводов РФ в 1992–2000 гг. Госгортехнадзор России выявил следующие основные причины аварий: внешнее физическое воздействие на нефтепроводы (35%); нарушение правил эксплуатации (25%); коррозионные повреждения (24%); нарушения при изготовлении труб (13%); ошибки персонала (3%) [2].

На магистральном нефтепроводе аварии понимаются как внезапные выливы или истечения нефти (утечка), происходящие в результате полного разрушения или повреждения нефтепровода, его элементов, резервуаров, сопровождающиеся следующими негативными сопутствующими факторами: травмами людей; воспламенениями нефти и паров нефти; загрязнением рек и водоемов выше норм, установленных стандартом качества воды; утечкой нефти свыше 10 м<sup>3</sup>.

На нефтепроводах и газопроводах РФ случается до 20 тысяч аварий. В Западной Сибири нефтью и нефтепродуктами загрязнена территория на площади около 840 тысяч гектаров земли (рис. 1).



Рисунок 1 – Последствия разлива нефти для леса [1]



Аварии на нефтепроводах наносят значительный экономический, ни с чем несравнимый, экологический ущерб. В среднем ликвидация одной аварии на нефтепроводе обходится в 60–70 тысяч рублей, и при этом происходит разлив от 0,11 до 0,5 т нефти. Затраты, например, Ватьеганского месторождения с 1991 по 2000 гг. составили более 10 млн. рублей.

Способы устранения аварий на нефтепроводах исследователями предлагаются следующие. Строить трубопроводы, проходящие под землей. Чем глубже в земле находится нефтепровод, тем меньше вероятность аварии на нем. При увеличении толщины стенок труб вероятность повреждений значительно уменьшается.

Наиболее оптимальным сроком эксплуатации специалисты называют период в 33 года. Многие современные продуктопроводы превысили этот рубеж, что чревато возможными авариями и экологическими катастрофами в будущем.

Перед промышленностью России и всей планеты стоит задача переходить на новые технологии в функционировании промышленных предприятий, которые бы минимизировали риск аварий и экологических катастроф.

#### Литература

1. Адам А.М. Минерально-сырьевая база Западной Сибири как источник экологической безопасности // Экобюллетень ИНЭКА. Экология и наука, 2008. – № 3 (128). – С. 46 – 49.
2. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. – М.: Изд-во Ик-октаво, 2005. – С. 368.

#### НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОСФЕРУ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

Е.А. Полтавченко

Научный руководитель Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нефть и природный газ являются на протяжении многих сотен лет стратегически важными и невозобновляемыми полезными ископаемыми. На сегодняшний день не существует области человеческой деятельности, где прямо или косвенно не был бы использован данный углеводородный ресурс.

Прибыль нефтяных компаний и корпораций, напрямую зависящая как от мировых цен на топливо, так и от капитальных затрат на добычу сырья, нередко снижается при утилизации еще одного вида скважинной продукции – попутного нефтяного газа. То есть ресурс, не требующий дополнительных капитальных вложений для его извлечения, как показывает практика, может снизить показатели экономической эффективности проектов разработки месторождений.

Основной целью данной статьи является изучение негативного влияния утилизации попутного нефтяного газа на окружающую среду.

В процессе разработки нефтяных месторождений происходит выделение из нефти газообразных компонентов – попутного нефтяного газа (ПНГ), к которому может добавляться и газ, прорывающийся из газовых шапок. Объем ПНГ может колебаться от 5 до 300 м<sup>3</sup> на тонну нефти, а при наличии на месторождении газа газовых шапок достигает и более высоких значений – от 700 м<sup>3</sup> и выше (на тонну

нефти, за счет прорыва). Помимо углеводородов ПНГ может содержать газообразные неуглеводородные компоненты (сероводород, азот, монооксид углерода, диоксид углерода, аргон, гелий, водород и др.), воду и неорганические вещества, которые изначально находятся как в нефти, так и в пластовой воде.

Сегодня на большинстве нефтепромыслов ПНГ сжигают на факельных установках. При нарушении оптимальных режимов сжигания происходит выброс в атмосферный воздух разнообразных загрязняющих веществ [2]:

- более 250 опасных химических соединений, включая канцерогенные 3,4-бензпирен, бензол, сероуглерод, фосген и толуол;
- тяжелые металлы, такие как ртуть, мышьяк и хром;
- оксиды азота и серы, а также сероводород.

Упомянутые вещества приводят к загрязнению атмосферного воздуха, поверхностных водоемов; интенсивному тепловому и химическому воздействию подвергаются почвенный покров и растительность. Кроме того, высокие концентрации загрязняющих веществ в атмосфере могут неблагоприятно влиять на здоровье жителей населенных пунктов. В результате выбросов горящих фракций нефти, присутствующей в ПНГ, возникают лесные пожары, охватывающие площади в десятки гектаров.

ПНГ отличается от природного газа, состоящего на 70-99 % из метана, высоким содержанием тяжелых углеводородов, что и делает его ценным сырьем для нефтехимических производств и недопустимым для сжигания.

Попутный нефтяной газ, сочетающий в себе некоторые характеристики и газа, и нефти, требует специфических условий его утилизации, варьирующихся в зависимости от многочисленных факторов. Некоторые недропользователи рассматривают ПНГ как отход основного производства, а другие – как обогащенный газ, не требующий дополнительных капитальных вложений для его извлечения. В этом и заключается сложность и неоднозначность подходов к использованию данного ресурса, получаемого нефтяниками в качестве своеобразного «бонуса» к основным потокам нефти и газа.

Рассмотрим основные существующие на сегодняшний день способы утилизации ПНГ [2]:

- *выработка тепловой энергии* – применяется на небольших и удаленных нефтяных месторождениях, не имеющих доступа или имеющих ограниченный доступ к энергосистеме;
- *закачка ПНГ в пласт* – применяется на месторождениях с газовой шапкой для увеличения степени вытеснения нефти газом, но данный метод должен согласовываться с технологическими особенностями разработки месторождения;
- *глубокая переработка с получением метанола* – процесс производства метанола из попутного газа можно условно разделить на два этапа: получение синтез-газа и синтез-метанола. Интерес к производству метанола на промыслах связан также с его потреблением для борьбы с образованием кристаллогидратов при добыче и транспортировке углеводородов;
- *глубокая переработка с получением полипропилена* – метод эффективен при содержании в попутном газе не только легких компонентов, но и достаточного количества требуемых для получения пропиленов соединений;

Наиболее эффективным из перечисленных способов утилизации ПНГ является выработка тепловой и электроэнергии на газовых электростанциях. А согласно постановлению правительства РФ от 2009 г. о допустимом уровне сжигания попутного газа на факельных установках (не более 5 % от объема

полученного попутного газа), в любом случае необходимо будет строительство станций по переработке газа.

Такой же способ утилизации используется и на Ванкорском месторождении – одном из перспективных нефтегазовых месторождений в Красноярском крае. Оно является одним из немногих, где рационально используется ПНГ – целевое использование попутного нефтяного газа достигает 95,5%.

Ванкорское месторождение расположено на северо-западе Красноярского края, в Туруханском районе. В нефтегазоносном плане расположено на северо-востоке Западно-Сибирской НПП. Приурочено к Сузунскому району Пур-Тазовской области.

На месторождении располагается газотурбинная электростанция мощностью 200 МВт, она потребляет более 4 млрд. м<sup>3</sup>/год газа. Так же в систему поддержания пластового давления ежегодно поступает 2,5 млрд. м<sup>3</sup>. На месторождении имеется низкопрофильная закрытая факельная система – «факел термического окисления».

Основными достоинствами закрытых факельных систем являются:

- отсутствие дыма, пара, видимого пламени, запаха, теплового шлейфа, теплового излучения;
- низкий уровень шума;
- небольшие и контролируемые выбросы;
- простая система управления с лёгким доступом ко всем управляющим органам;
- удобство обслуживания всех узлов с земли (например, дежурные горелки могут быть сняты без остановки всей системы);
- безопасное и надёжное уничтожение любых жидких и газообразных отходов.

Однако на Ванкорском месторождении располагаются еще и вертикальные факелы сжигания.

Для того, чтобы максимально снизить сжигание газа на факелах и улучшить условия окружающей среды, нужно использовать все возможные способы переработки ПНГ. Одним из дополнительных, но дорогостоящих вариантов является извлечение из газа довольно редкого химического элемента – гелия.

Стоит отметить, что содержание гелия в газе Ванкорского месторождения небольшое, всего 0,0645%, но из-за того, что месторождение по своим запасам является уникальным, можно извлечь довольно большое количество гелия.

Гелий – уникальный продукт. Он обладает низкой температурой (-268,94 °С) кипения, высокой теплопроводностью и электропроводностью. Благодаря своим свойствам, он находит широкое применение в различных областях промышленности – в авиационной, ракетно-космической, электронной, атомной, медицине.

Гелий применяется для приготовления дыхательных смесей, в том числе для атмосферы обитаемых космических аппаратов, для глубоководного погружения, а также для лечения астмы, наполнения дирижаблей и воздушных шариков. Он не токсичен, поэтому вдыхание гелия в небольших количествах вместе с воздухом совершенно безвредно.

Уникальные свойства этого вещества находят применение также в металлургии – для создания защитной среды при сварке металлов, в атомной энергетике – в качестве теплоносителя в некоторых типах ядерных реакторов.

В основном, гелий извлекается из природного газа. В России он производится только на одном заводе – Оренбургском газоперерабатывающем заводе, входящем в состав ООО «Газпром добыча Оренбург». В России новые

крупные центры по производству гелия в будущем могут быть созданы на базе Чаюдинского, Ковыктинского и других месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока. Таким образом, в будущем у России есть все шансы стать крупным мировым производителем гелия и поставщиком его на мировой рынок.

По прогнозам экспертов, использование гелия в мире будет расти. По оценкам ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к 2030 году потребление этого вещества может достичь 238–312 млн. м<sup>3</sup>, а его производство к этому времени будет составлять лишь 213–238 млн. м<sup>3</sup>. То есть в мире возникнет дефицит гелия. Для покрытия дефицита потребуется значительное увеличение его производства. А газ Ванкорского месторождения может стать дополнительным источником получения гелия.

Таким образом, изучив основные способы утилизации ПНГ, можно сделать вывод, что существующие технологии позволяют полностью уйти от факельного способа утилизации, которое приносит наибольший вред окружающей среде. Для каждого месторождения можно подобрать свои наиболее перспективные способы по утилизации ПНГ в зависимости от расположения месторождения, от близости энергоресурсов и прочих факторов. Стоит учитывать, что рассмотренные способы, хоть и являются капиталоемкими, но зато способны быстро окупаться.

#### Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 678 с.
2. Разработка малопродуктивных нефтяных месторождений / В.Д. Лысенко и др. – М.: Недра, 2001. – 284 с.

### МЕТОДЫ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

К.А. Рогова

Научный руководитель ассистент Ю.А. Максимова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одной из важнейших задач обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности при пользовании недрами является решение проблемы предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

По данным МЧС России, в среднем количество аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в Российской Федерации составляет до 25 тыс. в год, при этом в окружающую среду попадает свыше 3 млн. т. нефти и нефтепродуктов. Многочисленные случаи разлива нефти и нефтепродуктов отмечаются на промышленных объектах практически на всей территории Российской Федерации. В свою очередь, независимые эксперты-экологи полагают, что ежегодно в России в результате аварийных разливов в окружающую среду попадает от 5 до 15 млн. т. нефтепродуктов, и большая их часть не собирается [4].

Особую опасность представляет даже не сам факт разливов нефти и нефтепродуктов, которые могут происходить на любой стадии технологического процесса связанного с добычей, переработкой или транспортировкой, и не представлять существенной угрозы для окружающей среды и здоровья населения в случае проведения необходимых и своевременных мероприятий по их ликвидации. Опасность представляет отсутствие комплексной систематизированной информации

в данной сфере и специально уполномоченного федерального органа государственной власти, ответственного за разработку и реализацию комплекса организационно-правовых мер по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, а также за предоставление данной информации гражданам и общественным организациям [2].

Перевозка нефти и нефтепродуктов часто сопровождается авариями, что может привести к экологическим катастрофам. По этой причине оперативный контроль за содержанием нефтяных углеводородов в воде и почве становится все более актуальным [1]. Ниже вкратце рассматривается отечественная методика газохроматографического определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. Эта методика считается лучшей для определения суммы углеводородов нефтяного происхождения в почвах.

С помощью газохроматографии можно установить состав нефтепродуктов, т.е. идентифицировать индивидуальные углеводороды. Зная углеводородный состав смеси нефтепродуктов, можно сказать, к каким именно нефтепродуктам (бензин, мазут, керосин, дизельное топливо и т.д.) относится данное загрязнение. А это прямой путь к источнику загрязнения, который легко выявить на основании результатов исследования воды, загрязненной вполне конкретным видом топлива или смеси нефтепродуктов. К тому же, в обычных условиях экологического анализа загрязнение окружающей среды происходит чаще всего товарными нефтепродуктами, состав которых более однороден, чем состав исходных нефтей [3].

После того, как было оценено содержание нефтепродуктов в поверхностных водах, необходимо локализовать место аварии. В водных акваториях средствами локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов являются боновые заграждения. Важными функциями боновых заграждений являются: предотвращение растекания на водной поверхности нефти, уменьшение концентрации нефтепродуктов для облегчения уборки и траление (отвод) нефти от экологически уязвимых районов. Заградительные боны подразделяются на: отклоняющие, сорбирующие, надувные, тяжелые надувные.

После того как разлив нефти удаётся локализовать, последующим этапом станет ликвидация пролива.

Известно несколько методов локализации разлива нефтепродуктов: термический, механический, биологический, и физико-химический. Главный метод ликвидации пролива нефти – это механический сбор нефтепродуктов. Большая эффективность данного метода достигается в самом начале разлива, в связи с тем, что толщина нефтяного слоя остается большой.

Термический метод, применяемый при большой толщине нефтяного слоя после загрязнения до начала образования эмульсий с водой, основан на выжигании слоя нефти. Он достаточно хорошо сочетается с другими методами ликвидации разливов.

Механический метод. Примером такого способа может послужить сбор нефтепродукта скиммерами, предназначенными для сбора нефти непосредственно с поверхности воды.

Физико-химический метод использует диспергенты и сорбенты и эффективен в случае, когда механический сбор невозможен, к примеру, при маленькой толщине пленки и когда разлившееся пятно нефтепродуктов грозит реальной угрозой экологически уязвимым районам.



Биологический метод применяется после физико-химического и механического методов при толщине слоя не менее 0,1 мм. Технология очистки нефтезагрязненной воды и почвы – биоремедиация, в ее основе лежит использование специальных, микроорганизмов на основе окисления углеводорода или биохимических препаратов.

Альтернативным методом борьбы с разливами нефтепродуктов является использование лазерного излучения.

Необходимым и важным условием применения лазерного излучения является интенсивность горения пленки нефти или нефтепродукта, то есть плотность мощности лазерного излучения, равная 500-700 Вт/см<sup>2</sup> в зависимости от сорта нефтепродукта. Только в этом случае затраты на очистку загрязненного участка акватории будут минимальными [5].

Подводя итоги, необходимо заметить, что, определенно, эффективность применяемых мер по ликвидации разлива определяется в значительной мере временным фактором. Для этого необходимо на основании исходной информации об аварийном разливе нефти определить направление и скорость движения нефтяного пятна, разработать несколько сценариев ликвидации аварийных ситуаций. После чего важно обеспечить выполнение организационно-технических мероприятий по привлечению к работам, достаточное количество необходимых технических средств, сорбентов и боновых заграждений с учетом неснижаемых запасов портов.

Также, при возможности, нужно использовать метод лазерной очистки поверхностей водоемов от нефтяной пленки, так как он имеет значительные преимущества перед механическими и химическими способами очистки: является быстрым, бесконтактным и универсальным.

При этом следует отметить, что гуманный подход к проблеме защиты окружающей среды от порывов нефтепроводов означает, прежде всего, не только достижение быстрого очищающего эффекта, но и обеспечение пролонгированного действия.

#### Литература

1. Brady J.A. et al. – Pittsburgh Conf. Anal. Chem. and Appl. Spectrosc., New Orleans, 1995. – 287 P.
2. Агафонов В.Б. Правовое регулирование охраны окружающей среды и обеспечение экологической безопасности при пользовании недрами // Диссертация канд. юрид. наук. – М., 2014. – 501 с.
3. Другов Ю.С. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик: практическое руководство. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 893 с.
4. Мунтян В.Л. Правовые проблемы рационального природопользования // Автореферат дис. докт. юрид. наук. – Харьков, 1975. – 49 с.
5. Ученые заметки ТОГУ // Электронное научное издание, 2014. – Т.5. – № 4. – С. 1045 – 1050.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ КЕЙСОВ И ФРИОНОВЫХ ТРУБОК В ЦЕЛЯХ  
ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТА НА УРЕНГОЙСКОМ  
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**А.В. Ростовцев**

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На протяжении 50 лет Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) находится в разработке, за этот длительный период по всей площади (с севера на юг 220 км) месторождения наблюдаются отрицательные воздействия как на недра, ландшафт, так и на атмосферу.

В процессе различных исследований учеными выявлено, что для восстановления первоначального состояния ландшафта природе потребуется около 60 лет, после ликвидации газового промысла. Но остановка промысла невозможна по экономическим соображениям, ввиду зависимости экономики России от экспорта газа. Исходя из созданных экологических проблем, на данной площади необходимо внедрение новых технологий для предотвращения дальнейшего изменения природного ландшафта.

На Уренгойском НГКМ открыто свыше 60-ти залежей углеводородов, что касается геологических запасов, подсчитано и доказано свыше 16 трлн. м<sup>3</sup> газа и 1,5 млрд. т газового конденсата. Исследуемое месторождение расположено в Уренгойском нефтегазоносном районе, Надым-Пурской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Территория характеризуется весьма высокой плотностью потенциальных запасов углеводородов. В тектоническом отношении месторождение приурочено к Уренгойскому мегавалу (положительной структуре первого порядка) – крупной (180×30 км) пологой брахиантиклинальной складке субмеридианального простирания. Строение Уренгойского мегавала осложнено рядом крупных локальных поднятий, которые буквально насыщены газовыми залежами. Структура осложнена двумя куполами: 1 – южным (Уренгойским), 2 – северным (Ен-Яхинским) с амплитудами соответственно 220 и 80 м.

По сходству фациальных условий накопления осадков, формирования в них ловушек и залежей нефти, газа и конденсата выделяются 3 нефтегазоносных комплекса: сеноманский (покурская-уренгойская свита), неокомский и ачимовский (сортымская свита). По характеру слагающих отложений уренгойская свита сложена светло-серыми песчаниками, алевролитами и глинами. Газовая залежь имеет высоту 230 м, пласты-коллекторы гидродинамически связаны между собой и образуют залежь массивного типа. Отложения сортымской свиты представлены ритмичным переслаиванием мощных пластов песчаников и пачек глин, которые образуют литологические ловушки УВ. Ачимовские отложения характеризуются аномально высоким пластовым давлением и низкими фильтрационно-емкостными свойствами, дебиты газа составляют свыше 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут.; конденсата – более 100 м<sup>3</sup>/сут.

Согласно геокриологической схеме по В.Г. Баулину, лицензионный участок расположен на границе северной зоны (подзоны преимущественно эпигенетически промерзлых отложений) и центральной зоны (подзоны мерзлых минеральных грунтов и торфяников). Большая часть территории относится к Центральной геокриологической зоне двухслойного строения мерзлых толщ, для которой свойственна сильная прерывистость по площади, как верхнего, так и нижнего слоя мерзлых пород.

Верхний слой – современная мерзлота – наиболее прерывист и изменчив. Кровля современного слоя мерзлоты залегает на различных глубинах и может достигать от 0,3 до 12 м. Подошва верхнего слоя мерзлых пород достигает глубины 100 м. Вмещающими породами слоя современной мерзлоты являются песчано-глинистые четвертичные отложения и глины и пески палеогена. Нижний слой – древняя и реликтовая мерзлота – более выдержан в геологическом разрезе и представлен песчаными и песчано-глинистыми породами эоцен-олигоценного возраста. Кровля нижнего слоя древней мерзлоты фиксируется на глубинах порядка 100–350 м, мощность этого слоя составляет от 50 до 85 м. Подошва слоя древней мерзлоты является в то же время подошвой всей толщи ММП (многолетнемерзлые породы), и предельная глубина ее на месторождении около 350 м.

Многолетнемерзлые породы в Надымском районе характеризуются разнообразным криогенным строением и сложным фазовым состоянием. В площадном отношении толща мерзлоты верхнего слоя, по-видимому, представлена чередующимися участками мерзлых, охлажденных и талых пород, сложно замещающих друг друга в плане и разрезе. Под руслами рек Обь, Надым и их наиболее крупных притоков мерзлота отсутствует. По мере удаления от реки заметно общее увеличение мощности мерзлоты и глубины ее залегания.

Величина сезонного промерзания и протаивания зависит от многих факторов и колеблется в широких пределах. Глубина сезонного промерзания на вечномерзлых породах не превышает 0,5–0,6 м, на таликах (не промерзающие породы среди ММП) достигает 4,5 м [3].

Глубина сезонного протаивания варьируется от 0,4 м до 0,8–0,9 м, в среднем составляет 0,5 м. Наибольшая глубина оттаивания отмечается в августе. Мерзлые породы по степени засоления относятся к незасоленным (0–0,05%), а по типу – к гидрокарбонатным породам.

Территория входит в провинцию пресных подземных вод криолитозоны, где формируются очень, особо и умеренно пресные подземные воды криогенной метаморфизации и выщелачивания с минерализацией до 0,3–0,5 г/л, пестрого анионного состава, среди которых широко распространены гидрокарбонатные натриевые воды I типа [3].

Ввиду большой продуктивности месторождения ведется интенсивное разбуривание всей площади, повсеместно строятся трубопроводы и газоконденсатные промыслы (ГКП). Как известно, для сооружения данных построек, необходим надежный фундамент. В нашем случае фундаментом являются сваи, которые вбиваются в верхние слои ММП. Из-за обильного тепла выделяемого ГКП и трубопроводов породы начинают оттаивать и разрушаться, вследствие чего происходит интенсивное изменение ландшафта. В целях избежания данной проблемы на Уренгойском НГКМ внедрена новейшая методика.

Фреоновые трубки, наполненные фреоном – это бесцветный газ (галогеноалкан – метан и этан), не имеющий запаха, используемый как хладагент в холодильниках и кондиционерах. Главное предназначение этих термостабилизаторов заключается в следующем: замораживание талых и охлаждение пластичномерзлых грунтов под зданиями, эстакадами трубопроводов, опор ЛЭП (линии электропередач) и другим сооружениям с целью повышения их несущей способности и предупреждения выпучивания свай. Сезонно действующее охлаждающее устройство (СОУ) представляет собой герметичную неразъемную сварную конструкцию, заправленную хладагентом: углекислотой или аммиаком.

Общая длина термостабилизатора от 10 до 23 м, глубина подземной части до 20 м, а наземной части с алюминиевым обрамление до 3 м (рис. 1) [2].



Рисунок 1 – Термостабилизаторы в свайном фундаменте

Так как Уренгойское месторождение находится в северных широтах на вечной мерзлоте, освоение в таких условиях приводит к значительным капитальным затратам, которые связаны с предотвращением растепления многолетнемерзлых пород. Главной проблемой является слишком близкое расположение устьев скважин по отношению друг к другу: при эксплуатации происходит интенсивное растепление многолетнемерзлых пород, вследствие чего образуются обвалы и просадки грунта.

Все это приводит к авариям, как в процессе бурения, так и при эксплуатации. Поэтому на месторождениях в ЯНАО (Ямало-ненецкий автономный округ) расстояние между устьями скважин составляет 40 м. Такое расстояние увеличивает капитальные затраты, так как на отсыпку грунтов используется 1,5–2 м привезенного песка, учитывая удаленность и труднодоступность для транспортировки, такой песок можно назвать «золотым».

Данная проблема решена путем применения при бурении скважин теплоизолирующей обсадной трубы (далее «термокейс»), эта технология позволяет значительно уменьшить расстояние от устьев скважин, изолировав ствол скважины от ММП, тем самым обеспечивает эффективные тепловые режимы при эксплуатации скважин. Колонна «термокейса» изготавливается из стальных труб (рис. 2), с заливкой межтрубного пространства теплоизолирующим материалом – пенополиуретаном (ППУ) [1].

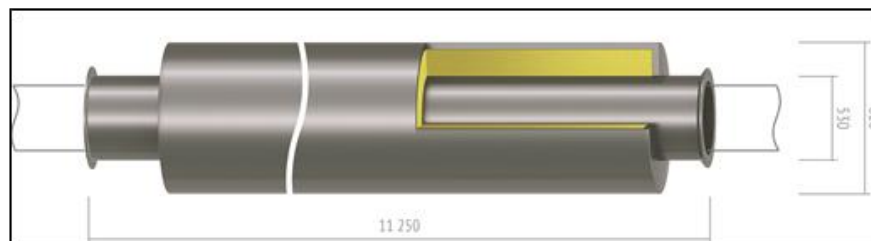


Рисунок 2 – Термокейс

ММП являются основной экологической проблемой в районе северных широт, как для нефтяников, так и для газовиков, так как оттаивание грунтов приводит к резким подвижкам грунта вокруг устьев скважин, на которых установлены фонтанные арматуры, а также трубопроводы и различные станции по очистке и переработке нефти и газа. Ввиду данных препятствий российские

производители не отстают от прогресса, предлагая новые и достаточно эффективные технологии бурения в вечной мерзлоте (оснащение труб скважин термокейсами в интервалах залегания ММП). А для наземного оборудования газового промысла необходимо расположение термостабилизаторов непосредственно в свайном основании под каждым объектом, в целях замораживания талых и охлаждения пластичномерзлых приповерхностных грунтов. В условиях, когда новые месторождения расположены в труднодоступных районах севера и требуют повышенных затрат на разработку, на эти технологии стоит обратить особое внимание.

#### Литература

1. Васильев А.А., Дроздов Д.С., Москаленко Н.Г. Динамика температуры многолетнемерзлых пород Западной Сибири в связи с изменением климата // Криосфера Земли, 2008. – Т. XII. – № 2. – С. 10 – 18.
2. Индивидуальные термостабилизаторы [Электронный ресурс]. URL: <http://npofsa.ru/individualnye-termostabilizatory>.
3. Бурение в вечной мерзлоте больше не проблема. [Электронный ресурс]. URL: <http://neftegaz.ru/science/view/963>.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗРАБОТКИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА

О.Л. Рудакова

Научный руководитель ассистент Н.А. Студенкова

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

Человеку, привыкшему к технологиям и удобствам, трудно представить хотя бы один день без разного рода энергии. Она необходима и ее нужно все больше. «Зеленые» технологии и инновации постепенно становятся природосберегающей альтернативой традиционной энергетике, однако она все еще экономически целесообразна. Одним из новых источников энергии становится сланцевый газ. Сланцевый газ – это разновидность природного газа, хранящегося в виде небольших газовых образований в толще сланцевого слоя осадочных пород. Составляющими сланцевого газа являются: метан (80%), этан, пропан и горючие газы (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) [1].

В настоящее время широкомасштабная добыча сланцевого газа ведется в США и Канаде, опыт разработки есть и в Великобритании. В государствах Европы, Аргентине, Китае к освоению месторождений сланцевого газа относятся с разной степенью осторожности, понимая, насколько серьезными последствиями для окружающей природной среды и населения чревата ошибочная политика в этой области. Однако в связи с напряжениями в отношениях между Россией, являющейся основным поставщиком природного газа в Европу, и Западом, на территориях некоторых государств началась, либо усилилась разведка месторождений сланцевого газа. Среди таких государств оказались Польша, Украина: «по оценке ЕИА, запасы в Польше составляют 4,19 трлн. м<sup>3</sup>, на Украине – 3,62 трлн. м<sup>3</sup>» [4]. Хотелось бы особо отметить, что Россия в ближайшем будущем не заинтересована в добыче сланцевого газа в виду разных причин. Однако прямо или косвенно на экологическую обстановку ее территорий может повлиять добыча сланцевого газа Юзовского месторождения Донецкой области на востоке



Украины. Именно поэтому хотелось бы обратить особое внимание на методы добычи углеводородного газа из сланцевых месторождений и их последствия.

Метод гидроразрыва пласта состоит в создании трещин в массивах горных пород посредством закачивания в скважину специальной смеси под большим давлением. Всего лишь один гидроразрыв пласта, разрушает породу около скважины в несколько км<sup>2</sup> по горизонтали и сотни метров по вертикали. Когда сбрасывается давление, возникают микросейсмические явления, количество которых может доходить до нескольких сотен. По шкале Рихтера их величина колеблется в пределах от 1,6 до 3,6 баллов. Обычно смесь состоит на 99% из воды и песка, остальное приходится на химические реагенты. Потребление свежей воды на таком месторождении может составить, при однократном гидроразрыве, приблизительно от 27 до 86 млн. м<sup>3</sup>, а химикатов – 0,5–1,7 млн. м<sup>3</sup> [2]. Тут же следует отметить характерные свойства некоторых веществ из химической составляющей смеси: хроническая или острая токсичность веществ в водном растворе; просто острая токсичность; некоторые вещества являются канцерогенами (акриламид – поражает нервную систему, печень и почки; бензол – вызывает тошноту и головокружение; формальдегид) и даже мутагенами (растворитель нефти).

Вскрытые пласты сообщаются между собой. Высвобожденный в результате гидроразрыва сланцевый газ способен мигрировать по образовавшимся трещинам и даже достигать поверхности Земли. На своем пути газ взаимодействует с грунтовыми водами, в результате чего происходит их загрязнение. Согласно А. Соловьянову, исследования питьевых источников в районе месторождений Marcellus (США) и Utica (США) показали, что содержание метана в воде в зоне активной разработки газа намного выше, чем в неактивной зоне. Пропан и бутан в неактивной зоне не были обнаружены вовсе. Для большей наглядности ученые приводят массу примеров, когда жители районов, где ведется добыча сланцевого газа, буквально поджигали воду, текущую из крана [3]. Добыча сланцевого газа в бассейне реки Северский Донец на Востоке Украины – угроза бассейну р. Дона, протекающего по территории России. Так же из-за потери метана в процессе добычи усиливается парниковый эффект, так как метан является одним из основных парниковых газов. Загрязнение грунтовых вод может произойти и вследствие использования жидкости гидроразрыва.

В общей сложности после гидроразрыва на поверхность Земли возвращается от 25 до 70% закачанной жидкости в зависимости от условий залегания пласта. По пути на поверхность жидкость гидроразрыва вымывает различные вещества из горных пород и взаимодействует с ними. В итоге на поверхности оказываются и компоненты жидкости и различные органические и неорганические вещества. Конечно, жидкость гидроразрыва откачивается и направляется на очистку, но даже после очистки она не может называться полностью безопасной в экологическом плане, да и проливы её в процессе перекачки и транспортировки никто не отменял. В случае пролива, прежде всего, страдают экосистемы, они либо гибнут, либо деградируют и вынуждены восстанавливаться многие годы.

Таким образом, можно утверждать, что освоение месторождений сланцевого газа с использованием технологий гидроразрыва пласта связано в настоящее время с весьма значительными экологическими рисками, которые проявляются в загрязнении природных сред, значительном водопотреблении, ухудшении здоровья населения, осложнении существования объектов животного мира. Также при освоении месторождений воздействие на окружающую среду может

распространяться на достаточно большие территории, что может затрагивать интересы соседних государств – могут загрязняться подземные и поверхностные водоемы, нарушаться их водный баланс. Однако увеличение спроса на энергию приводит к тому, что многие страны, несмотря на проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, всё-таки начинают разработку сланцевого газа. Поэтому все рассмотренные ранее аспекты деятельности по освоению месторождений сланцевого газа, которая имеет тенденцию к расширению, нуждаются в постоянном мониторинге и анализе для принятия оптимальных экономических и экологических решений.

#### Литература

1. Bullin K.A., Krouskop P.E. Compositional variety complicates processing plans for US shale gas // *Oil&Gas Journal*, 2009. – № 10. – С. 14 – 17.
2. Соловьянов А.А. Экологические последствия разработки месторождений сланцевого газа. – М.: Зеленая книга. – 2014. – 60 с.
3. Сланцевый газ. [Электронный ресурс]. URL: <http://rusplt.ru/world/slanceviy-gaz-7379.html>.
4. Сланцевая катастрофа: от Техаса до Львова. [Электронный ресурс]. URL: [oko-planet.su/.../242203-slancevaya-katastrofa-ot-tehasa-do-lvova.html](http://oko-planet.su/.../242203-slancevaya-katastrofa-ot-tehasa-do-lvova.html).

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ КУСТОВОЙ ПЛОЩАДКИ №7 КОШИЛЬСКОЙ ПЛОЩАДИ ВАХСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Я.И. Сварацкий**

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Васюганские болота – одни из самых больших болот в мире, находятся в Западной Сибири между реками Обь и Иртыш, на территории Васюганской равнины в пределах Томской, Новосибирской, Омской областей и на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Васюганские болота – территория для многочисленной местной фауны, в том числе редкой. Флора также включает в себя редкие виды растений и растительные сообщества. К началу XXI века, животный и растительный мир болот находится под угрозой исчезновения, в связи с промышленным освоением территории [2].

Объектом исследования является территория кустовой площадки №7 Вахского нефтяного месторождения Кошильской площади, расположенная на землях лесного фонда территориального отдела Нижневартовское лесничество. Инженерное обустройство территории представлено следующим образом. Она обвалована суглинистым грунтом с откосами 1:1,5. Для обеспечения устойчивости обвалования и откосов насыпи от размыва атмосферными осадками и ветровой эрозии проектом предусмотрено их укрепление с внешней стороны посевом трав.

Для сбора и хранения бурового шлама на территории кустового основания предусмотрен шламовый амбар объемом 11500 м<sup>3</sup>. По внешнему периметру шламового амбара предусмотрено устройство обвалования из глинистого грунта высотой 1 м, шириной по верху 4,0 м.

Коридор коммуникаций представлен нефтегазосборным трубопроводом, водоводом высокого давления и подъездной автодорогой. Для проезда механизмов

через существующие коммуникации предусмотрены переезды шириной 6,5 м. Высота насыпи над трубой составляет 1,4 м. Глубина заложения нефтепроводов принята не менее 0,8 м от поверхности земли до верхней образующей трубы. Участки трубопроводов на пересечениях с автодорогами прокладываются в защитных футлярах из труб, диаметр которых не менее чем на 200 мм больше по отношению к исходной трубе. Заглубление участков трубопроводов, прокладываемых под автомобильными дорогами, принято не менее 1,4 м от верха покрытия дороги до верхней образующей защитного футляра [3].

Продукцией площадок кустов скважин является сырая нефть с содержанием пластовой воды и свободного нефтяного газа. Продукция скважин по нефтепроводам поступает на дожимные насосные станции на центральный пункт сбора на установки предварительного сброса воды месторождения.

Все вышеперечисленные объекты обустройства построены согласно проектным решениям, учитывающим мероприятия по защите экологического состояния исследуемой территории.

Рекультивация нарушенных земель при выполнении работ предусматривает 2 этапа: технический и биологический [3].

Технический этап рекультивации, согласно положению предусматривает следующие работы:

- засыпку амбаров и котлованов, расположенных на кустовой площадке, суглинистым грунтом до уровня поверхности земли;
- перемещение обвалования;
- демонтаж всех временных сооружений и уборку строительного и бытового мусора;
- чистовую планировку нарушенной поверхности участков земель.

Биологический этап включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление почвенно-растительного слоя, утраченного в процессе строительства; защиту почв от эрозионных процессов; искусственное лесовосстановление, в соответствии с Приказом № 183 от 16 июля 2007 года «Об утверждении Правил лесовосстановления».

На момент сдачи объекта в эксплуатацию на исследуемой территории были выявлены нарушения:

- не убраны мелкие порубочные материалы (древесина располагается над трассой трубопровода);
- не ликвидированы эрозионные процессы почвы, возникшие во время бурения скважин;
- не проведена рекультивация «амбара» – шламанакопителя;
- не убран полностью технический мусор.

По остальным объектам инженерного обустройства территории замечания отсутствовали. По выявленным отклонениям от требований проекта составлены соответствующие предписания и направлены подрядчику для исполнения. В результате замечаний по выявленным нарушениям, они были устранены, и кустовая площадка введена в эксплуатацию. Земельный участок, на котором находится исследуемый объект претерпел коренные изменения, но несмотря на это, экологическая обстановка соответствует требованиям экологических норм по землепользованию [1].

За работой данной площадки в ОАО «Томскнефть ВНК» организовано наблюдение в рамках мониторинга за экологической ситуацией на объекте. Этим занимается центр экологической безопасности.

Несмотря на все принятые меры экологической безопасности, строительство привело к нарушению равновесия в системах: атмосфера, почвенный покров, гидрологический режим.

#### Литература

1. Базавлук В.А., Кулижский С.П. Основы природопользования: учеб. пособие. – Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2010. – 199 с.
2. Васюганское болото (природные условия, структура и функционирование). 2-е изд. / Л.И. Инишева, А.А. Земцов, О.Л. Лисс, С.М. Новиков, Н.Г. Инишев. – Томск: Изд-во ЦНТИ, 2003. – 212 с.
3. СП 34-116-97 Ведомственные строительные нормы. Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промысловых нефтегазопроводов. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.znaytovar.ru/gost/2/SP\\_3411697\\_Instrukciya\\_po\\_proe.htm](http://www.znaytovar.ru/gost/2/SP_3411697_Instrukciya_po_proe.htm)

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА В СВЯЗИ С ДОБЫЧЕЙ НЕФТИ И ГАЗА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

А.К. Сиязов

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Доля шельфа Мирового океана России около 21% (свыше 6 млн. км<sup>2</sup>), кроме того 60% территории наиболее перспективны и доступны, в плане бурения. Углеводородные извлекаемые ресурсы шельфа России оцениваются ведущими отечественными специалистами в пределах 100 млрд. тонн и более, условного топлива (оценки западных экспертов намного скромнее), из которых газовая составляющая достигает 80%. При всем этом, в арктических морях сосредоточен наибольший объем УВ, около 90% [1]. Экологические проблемы освоения шельфа Арктики, в первую очередь связаны с аварийными разливами нефти. Для того чтобы считать шельфовые проекты в Арктике безопасными, необходимо иметь эффективные технологии мониторинга и ликвидации разливов нефти в арктических ледовых условиях. Это требование и закона, и здравого смысла. Помимо угроз загрязнения Арктики вследствие аварийных разливов нефти есть еще одна актуальная для России экологическая проблема – выбросы в атмосферу загрязняющих веществ и сажи вследствие сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) на факелах [2]. Обнаружение и мониторинг разливов нефти являются ключевыми факторами при рассмотрении вопросов эффективного выделения ресурсов на ликвидацию аварийного разлива нефти (ЛАРН). Информация по результатам обнаружения и мониторинга местоположения нефти определяет цели и задачи для применения технологий ликвидации разливов нефти и может быть получена с помощью различных методов, изложенных ниже.

*Системы дистанционного зондирования воздушного базирования.* Применение данных технологий, дополненных визуальными данными от специально подготовленных наблюдателей, является наиболее эффективным

методом определения присутствия нефти в воде. Считается, что текущее поколение систем воздушного базирования, вероятнее всего, обладает высоким потенциалом по обнаружению и определению границ крупных разливов нефти в очень разреженных паковых льдах; их потенциал ограничен при работе в плотных паковых льдах.

*Спутниковые радиолокационные системы.* Всепогодные спутниковые системы РЛС с синтезированной апертурой (SAR), на работу которых не влияют наступление темноты и присутствие облачности. Основной ценностью радиолокационного изображения со спутника является его способность документировать изменяющуюся ледовую обстановку в непосредственной близости от места разлива, что представляет собой ценное средство тактического планирования для более эффективного и безопасного развертывания судов и систем сбора нефти.

*Системы поверхностного базирования.* Системы обнаружения (георадар), которые могут быть развернуты либо с судна, либо на поверхности льда. Георадар (GPR) – это технология, которую можно развернуть на поверхности льда, а также на воздушном судне-носителе. Устройство может обнаруживать присутствие нефтяных пленок толщиной 1–3 см, как подо льдом, так и вмёрзших в толщу льда.

*Специально дрессированные собаки.* Полевые испытания, тщательно зафиксированные благодаря закрепленным на каждом животном передатчикам GPS, показали, что собаки способны точно определять местоположение отдельных малых разливов нефти, скрытых под снегом на поверхности льда, а также определять приблизительные размеры более крупных нефтяных разливов. Подтвердилось предположение, что собаки могут обнаруживать крупные разливы нефти (400 л на поверхности льда, укрытого снегом) с расстояния до 5 км [3].

В качестве методов ликвидации разливов нефтепродуктов и ПНГ можно рассмотреть следующие.

*Боновые заграждения,* являющиеся в водных акваториях средствами локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в целях предотвращения растекания на водной поверхности нефти, уменьшения концентрации нефтепродуктов для облегчения уборки, и отвода нефти от экологически уязвимых районов.

*Механический метод.* Примером такого способа может послужить сбор нефтепродукта скиммерами. Большая эффективность данного метода достигается в самом начале разлива, в связи с тем, что толщина нефтяного слоя остается большой. Механический сбор затруднен при большой площади распространения, при небольшой толщине слоя нефти, и под воздействием ветра происходит постоянное движение поверхностного слоя. В арктических условиях применение этого метода, особенно для ликвидации крупных разливов нефти в открытом море, представляет сложную задачу. Низкая скорость обработки нефтяного пятна и трудности, связанные с доступом к нефти при большой сплоченности льда, ограничивают использование механической уборки применением на небольших разливах.

*Термический метод.* Применяется при большой толщине нефтяного слоя после загрязнения до начала образования эмульсий с водой. Метод основан на выжигании слоя нефти. Он достаточно хорошо сочетается с другими методами ликвидации разливов. Несмотря на множество факторов, побуждающих к рассмотрению метода, как основного способа борьбы с разливами нефти, применение данного метода может вызывать некоторые возражения. Отмечается две главных проблемы: во-первых, опасения по поводу вторичных возгораний,



представляющих угрозу для человеческой жизни, имущества и природных ресурсов; во-вторых, потенциально вредные воздействия на окружающую среду и здоровье человека со стороны побочных продуктов сжигания, в первую очередь – дыма.

*Физико-химический метод* использует диспергенты и сорбенты и эффективен в случае, когда механический сбор невозможен, к примеру, при маленькой толщине пленки и когда разлившееся пятно нефтепродуктов грозит реальной угрозой экологически уязвимым районам. Сорбенты при соприкосновении с нефтью начинают незамедлительно ее впитывать, период насыщения достигается в первые десять секунд (при условии средней плотности нефтепродуктов). Использование диспергентов является потенциально высокоэффективной мерой для борьбы с нефтяными разливами в Арктике. Сами диспергенты являются низкотоксичными веществами. Максимальная концентрация диспергированной нефти в воде после разлива составляет менее 50 мг/л сразу после диспергирования и быстро, менее чем за 2 часа, снижается до 1–2 мг/л.

*Биологический метод* применяется после физико-химического и механического методов при толщине слоя не менее 0,1мм. Однако бактериальное окисление при низких температурах воды происходит медленно, и нефтяные продукты остаются в водоемах длительное время – до 50 лет [4]. Бактериальное окисление при низких температурах воды происходит медленно, и нефтяные продукты остаются в водоемах длительное время – до 50 лет. По этой причине метод является не эффективным в арктических условиях.

Одной из важнейших задач в нефтедобывающей промышленности является *утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ)*. Существующие методы утилизации ПНГ имеют массу недостатков, основной из них – они экономически невыгодны. Попутный нефтяной газ сжигается, что наносит огромный вред экологии и здоровью людей.

*Инновационные теплоэнергетические установки на топливных элементах (ячейках)*, использующие ПНГ в качестве топлива, открывают путь к радикальному и экономически выгодному решению проблем по утилизации попутного нефтяного газа, решают вопрос утилизации ПНГ, но не для мелких предприятий, так как являются экономически не выгодным вариантом.

#### Литература

1. Перспективы и проблемы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики: [Электронный ресурс]. URL: <http://burneft.ru/archive/issues/2012-11/1>. Дата обращения: (18.10.2015).
2. Экологи опасаются последствий освоения шельфа: [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ng.ru/energy/2012-11-13/9\\_ecology.html](http://www.ng.ru/energy/2012-11-13/9_ecology.html). Дата обращения: (18.10.2015).
3. Стивен Поттер, Дэвид Дикинс, Эд Оуэнс и др. Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе. – М., 2013. – 140 с.
4. Мерициди И.А. Техника и технологии локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Справочник. – СПб: НПО Профессионал, 2008. – 824 с.
5. Установки для утилизации попутного нефтяного газа: [Электронный ресурс]. URL: [http://www.intech-gmbh.ru/associated\\_gas\\_utilization.php](http://www.intech-gmbh.ru/associated_gas_utilization.php). Дата обращения: (18.10.2015).

**АНАЛИЗ ПОРЫВОВ ТРУБОПРОВОДА НА КРАСНОЛЕНИНСКОМ  
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ХМАО**

**В.В. Скурихина**

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нефть и нефтепродукты являются одними из наиболее распространенных загрязнителей. Реки и озера по всей России в той или иной степени загрязнены нефтепродуктами. На подавляющем большинстве месторождений запасы нефти классифицируются как трудно извлекаемые, добыча которых требует применение новых технологических методов и технических средств. Непереработанная нефть попадает в водоемы в основном в процессе добычи, транспортировки и перегрузки, в первую очередь – в результате утечек из нефтепроводов. Именно этим путем в России в водоемы попадает наибольшая часть нефти. За годы экономического кризиса износ оборудования, скважин, нефтепроводов на месторождениях достиг высокой степени [2].

Объектом исследования было нефтегазоконденсатное Краснотенинское месторождение, которое расположено в Российской Федерации, на западе Тюменской области (Ханты-Мансийский автономный округ). Центр нефтяной добычи разместился в городе Нягань. В Краснотенинскую группу месторождений входит ряд месторождений, оно включает 21 площадь. Сейчас разрабатывается три площади. Краснотенинское месторождение приурочено к своду, которое имеет одноименное название, и оно расположено на юго-западе Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Основные залежи – в осадочных породах нижнего, среднеюрского периода [3].

Добыча нефти и газа в совокупности со всей технологической и бытовой инфраструктурой является основной отраслью хозяйственной деятельности округа. Насчитывается в целом по пластам ЮК-10 и ЮК-11 – 901897 тыс. т.

Одним из основных источников нефтяного загрязнения на месторождениях являются: порывы трубопроводов, при которых образуются наиболее обширные нефтезагрязнения. Серьезной проблемой нефтедобывающих предприятий являются разливы нефти и своевременная их ликвидация.

Общая протяженность трубопроводов всех типов на Краснотенинском месторождении составляет 3417,6 км. Основной причиной аварий является внутренняя коррозия. Решить проблему коррозии – значит предотвратить загрязнение земель. С целью стабилизации экологической ситуации, снижения аварийности на трубопроводах проводится ингибиторная защита, замена труб [1].

В 2000 г. на территории Октябрьского района произошло 54 порывов нефтепроводов с экологическими последствиями. Причиной аварий в 51 случае была внутренняя коррозия трубы. В момент аварии на рельеф местности было пролито 20,29 т нефти: из них на конец 2000 г. убрано 14,065 т. Площадь загрязнения в момент аварии составила 0,622 га, рекультивировано земель после аварий 0,351 га. Затраты на ликвидацию последствий аварий составили 1977961 рублей.

В 2005 г. было реконструировано 83 км наиболее аварийных участков трубопроводов с применением коррозионно-защищенной трубы. Объемы замены труб по сравнению с предыдущими годами заметно возросли.

Все годы разработки месторождения для ликвидации последствий аварий использовались подручные средства – лопаты, ведра, техника.

За 2009 г. в Югре зарегистрировано 3427 аварий. По официальным данным первого полугодия 2010 г., существенного изменения показателей не наблюдается (1653 аварии). В 2004–2005 гг. по официальным данным компании в Югре произошло 1700–2000 порывов, и целью компании было выйти на цифру 600–700 порывов в год. Вместо этого количество порывов нефтепроводов возросло до трех тысяч. За 2009 год было собрано 862 т нефти. Затраты составили 5,0247 млн. руб. Приблизительный график количества аварий с 2004 по 2010 гг. представлен на рисунке 1.

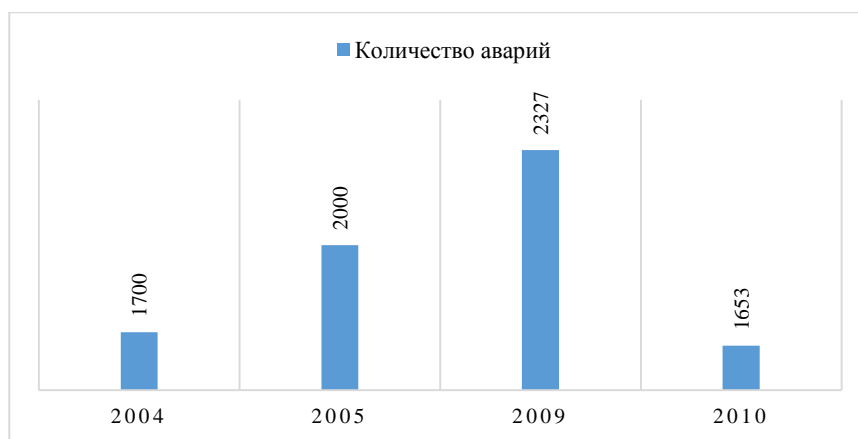


Рисунок 1 – График приблизительного подсчета аварий

В 2012 г. на Красноленинском месторождении, в районе 42 км автотрассы Нягань – Ханты-Мансийск вследствие разгерметизации неэксплуатируемой разведочной скважины выброс нефти привел к загрязнению леса на площади 600 м<sup>2</sup>.

Практически все нефтяные компании скрывают данные о количестве порывов: не представляют их или представляют в форме, не дающей возможности оценить общее состояние дел с порывами и провести сравнение с другими компаниями. В отношении объемов разлитой нефти, ситуация еще хуже.

В 2000 г. было приобретено специальное нефтесборное оборудование, включающее нефтесборные комплексы, боновые заграждения, резервуары временного хранения собранной нефти, различные типы нефтесборщиков, автовакуумные цистерны для сбора нефти всего диапазона вязкости. Затраты на закупку оборудования составили 7,2 млн. руб. [4]. В настоящее время оборудование успешно используется для сбора нефти при аварийных разливах.

По данным Гринпис, ежегодно в стране происходит более 20 тыс. порывов нефте- и трубопроводов. При этом нефтяные корпорации зачастую скрывают информацию о порывах и годами не убирают разлившуюся нефть, существенно занижая масштабы разливов.

Основные методы борьбы с коррозией нефтепромышленного оборудования можно разделить на три группы: химические, физические и технологические. Химические методы основаны на использовании химреагентов, в основном ингибиторов коррозии. Физические методы подразумевают применение коррозионностойких материалов, защитных покрытий и протекторной защиты. Технологические методы защиты от коррозии подразумевают корректировку коррозионных факторов в скважине, в том числе – ограничение водопритока, предотвращение попадания кислорода, снижение скорости потока и температуры жидкости.

Таким образом, потери нефти и ее разливы на поверхность не только в пределах Ханты-Мансийского округа, но и на территории России в последние годы, вероятнее всего, составляют несколько миллионов тонн. При этом в ближайшее время не наблюдается видных признаков сокращения этого объема. Также большая часть утечек нефти связана со старостью трубопроводов, что ещё более усугубляет ситуацию, если нефтяные компании попытаются сэкономить на замене нефтепроводов. Количество порывов нефтепроводов в год (с экологическими последствиями) существенно превышает 10 тыс. и в последние годы не убывает, а скорее всего, растет. При этом нефтяные компании часто или не имеют реальных данных об объемах вытекающей нефти или скрывают их.

#### Литература

1. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. – М.: Ин-октаво, 2005. – 368 с.
2. Камалетдинов Р.С. Обзор существующих методов борьбы с коррозией нефтепромыслового оборудования. [Электронный ресурс]. URL: [http://glavteh.ru/files/InPraktika\\_6\\_2010-3\\_Kamaletdinvo.pdf](http://glavteh.ru/files/InPraktika_6_2010-3_Kamaletdinvo.pdf).
3. Крупский Б.Л., Пятигорская М.Н. Пересчёт балансовых запасов нефти Талинской площади Красноленинского месторождения // Отчёт УкрГИПРОНИИНефть. – Киев, 1989. – 362 с.
4. Пересчёт балансовых запасов нефти Талинской площади Красноленинского месторождения // Отчёт УкрГИПРНИИНефть. – Киев, 1989. – 362 с.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТИ И ГАЗА ТРУБОПРОВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

М.А. Филимоненко

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Современное состояние мировой энергетики характеризуется появлением новых противоречий между основными поставщиками и потребителями углеводородного сырья. Рост потребления энергоресурсов в развивающихся странах открывает новые рынки для крупных игроков, таких как Россия. Поэтому для того, чтобы Российская Федерация успешно осваивала новые рынки, а также успешно продолжала сотрудничество со старыми партнерами, необходимо развитие инфраструктуры для транспорта углеводородов, а также поддержание существующих объектов транспорта нефти и газа в состоянии, способном обеспечить безопасность и экологичность их эксплуатации.

Наиболее распространенным способом транспортировки нефти и газа является трубопроводный транспорт. Нормативный срок эксплуатации трубопровода составляет 30 лет. Средний возраст существующих трубопроводов в России приближается к этому значению [1]. Следовательно, возможность аварий на объектах трубопроводного транспорта становится более вероятной, при этом скорость замены данных трубопроводов весьма низкая.

Большинство крупных месторождений нефти и газа России расположено на территориях с уникальными экосистемами. Возможные негативные воздействия со стороны объектов транспортировки нефти и газа могут привести к необратимым

последствиям для всех видов живых организмов, живущих на данных территориях. Более чем в 80 % случаев аварийных ситуаций на объектах нефтедобычи загрязнению подвергается почва, в 17 % случаев – водные объекты [4]. По промышленным трубопроводам, проходящим по данным территориям, транспортируются среды с большим количеством воды, сероводорода, углекислого газа, механическими примесями, что существенно уменьшает срок их безаварийной эксплуатации.

Магистральные трубопроводы работают с менее агрессивными средами, поэтому вероятность аварии на них меньше, чем на промышленных трубопроводах. Однако аварии на них, по сравнению с промышленными, наносят больший ущерб экологическим системам из-за больших объемов транспортируемой продукции.

Строительство и эксплуатация как магистрального, так и промышленного трубопровода влечет техногенное воздействие на объекты окружающей природной среды. Основной задачей в решении данной проблемы является минимизация вреда окружающей среде.

Особенно остро стоит проблема пересечения магистральных трубопроводов водных преград. Ежегодно при авариях на нефтепроводах разливается несколько миллионов тонн нефти. Только на месторождениях Западной Сибири происходит до 35 тысяч порывов в год [3].

Так как по имеющимся опубликованным литературным данным сделать точный вывод об объемах разливаемой нефти и нефтепродуктов невозможно, приблизительные объемы разливов жидких углеводородов можно считать по загрязненности нефтепродуктами рек.

По данным Гринпис, в 2009 и 2010 гг. вынос нефтепродуктов рекой Обь составил 190 тысяч тонн и 135 тысяч тонн соответственно. Таким образом, в Карское море попадает большое количество углеводородов, в том числе наиболее токсичные – быстрорастворимые: бензол, нафталин и их производные. Общий объем выносимых нефтепродуктов в Северный Ледовитый океан с территории России составляет 500 тысяч тонн. Безусловно, такой количественный и качественный состав углеводородов, оказывающихся в окружающей среде, наносят колоссальный удар по экологической обстановке в регионе [2].

Добыча, транспортировка и переработка углеводородного сырья являются основным фактором загрязнения окружающей среды в стране [3]. Чтобы уменьшить влияние нефтегазового комплекса на экологические системы регионов добычи и транспорта нефти и газа, необходимо обеспечить контроль за появлением новых разливов нефти на поверхности водоемов или земель, своевременно проводить диагностику промышленных и магистральных трубопроводов, выполнять точно в срок техническое обслуживание и ремонт нефтегазопроводов, а также применять современные методы и технику для ликвидации аварий. Аварии на газонефтепроводах несут не только экологические, но и экономические последствия. Так как нефть и газ являются основой экономики России, то для успешного развития страны необходимо, чтобы весь путь нефти и газа от скважины до потребителя был наиболее выгодным, безопасным и экологичным.

#### Литература

1. Анализ российского рынка труб 2000 – 2002 год // Аналитические материалы Федеральной антимонопольной службы России [Электронный ресурс]. URL: [http://www.fas.gov.ru/analytical-materials/analytical-materials\\_340.html](http://www.fas.gov.ru/analytical-materials/analytical-materials_340.html).



2. Блоков И.П. Краткий обзор о порывах нефтепроводов и объемах разливов нефти в России // Доклады Гринпис России [Электронный ресурс]. URL: [http://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/Arctic-oil/Oil\\_spills.pdf](http://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/Arctic-oil/Oil_spills.pdf).
3. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийный разливов нефти и нефтепродуктов. – М.: Ин-октаво, 2005. – 368 с.
4. Донской С.Е. О проблемах обеспечения экологической безопасности при пользовании недрами на территории Российской Федерации и ее континентальном шельфе // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mnr.gov.ru>.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ С ПЛАВАЮЩЕЙ КРЫШЕЙ НА РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ  
ЛПДС «СЕВЕРНАЯ» МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА «ЛЕСНОЕ – ОРЕХОВОЕ»**

**И.Е. Чаплин**

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Транспортировка товарной нефти из районов ее добычи до потребителей по системе магистральных нефтепроводов связана с неизбежной ее потерей как в результате прохождения через резервуарный парк, так и в результате ее хранения в этом парке. Потери товарной нефти на объектах транспорта и хранения сопровождаются уменьшением ее первоначального количества, а также ухудшением ее физико-химических свойств и загрязнением окружающей среды (воздушного бассейна).

К загрязнению воздушного бассейна приводит испарение нефти. Потери от испарений при эксплуатации резервуарных парков обуславливаются свойством нефти улетучиваться с открытой поверхности. Выбросы углеводородов в атмосферу могут быть связаны с так называемыми «малыми» дыханиями резервуаров, которые происходят вследствие циклических колебаний температуры и давления в газовом пространстве резервуаров, вызываемых суточным действием солнечной радиации на стенки и кровлю резервуаров. Однако основная часть выбросов углеводородов в атмосферу из резервуарных парков связана с «большими» дыханиями резервуаров, которые происходят при опорожнении и заполнении резервуаров товарной нефтью.

«Большие» и «малые» дыхания характерны для герметичных резервуаров, рассчитанных на работу под давлением. Так называемый «выдох» начинается тогда, когда давление в газовом пространстве резервуара становится равным давлению, при котором открывается дыхательный клапан.

Линейная производственно-диспетчерская станция «Северная» является головной станцией магистрального нефтепровода «Лесное – Ореховое». В состав линейной производственно-диспетчерской станции входит резервуарный парк, насчитывающий 10 железобетонных резервуаров емкостью по 30 тыс. м<sup>3</sup> (ЖБР-30000). Железобетонные резервуары являются, как раз, примером герметичных резервуаров, для которых характерны дыхания.

Согласно [1], головные нефтеперекачивающие станции, чьи товарные резервуарные парки оборудованы железобетонными резервуарами, выбрасывают в атмосферу до 50 тыс. т углеводородов в год, что, помимо значительных потерь ценного энергоносителя, является ещё и серьезным загрязнением окружающей среды, а также пагубным воздействием на здоровье обслуживающего персонала и

жителей близлежащих домов. Поэтому сокращение выбросов углеводородов в атмосферу является одной из важнейших социальных, экологических и экономических задач.

Снизить выбросы углеводородов в атмосферу можно, выполнив одно или несколько из следующих мероприятий:

- уменьшить объем газового пространства резервуаров внедрив понтоны или плавающие крыши;
- хранить нефть в резервуарах под избыточным давлением;
- уменьшить амплитуду колебаний температур поверхности нефти (с помощью водяного орошения резервуаров, отражательно-тепловой изоляции, окраски резервуаров светоотражающей краской);
- улавливать пары нефти, выходящие из резервуаров, которые специально оборудованы газоуравнительными и газосборными системами.

На рисунке 1 приведена сравнительная эффективность мероприятий по снижению выбросов углеводородов в атмосферу.

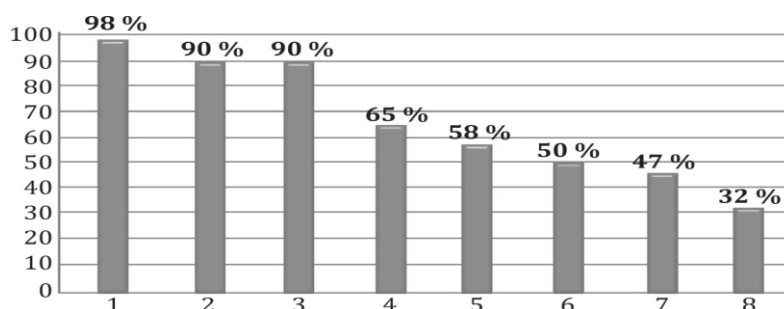


Рисунок 1 – Сравнительная эффективность мероприятий:

- 1 – установка плавающей крыши; 2 – установка понтона; 3 – установка газоуравнительной системы; 4 – окраска светоотражающей краской поверхности резервуара; 5 – монтаж отражательно-тепловой изоляции; 6 – водяное орошение; 7 – окраска внутренней поверхности резервуара; 8 – установка дисков-отражателей

Из вышерассмотренных мероприятий, как показывает практика, наиболее эффективным мероприятием является уменьшение объема газового пространства резервуаров путем установки экранов. По типу конструкции резервуары с экранированием жидкого зеркала нефти можно подразделить на резервуары со стационарной крышей и установленными внутри экранами – понтонами (РВСП) и резервуары с плавающими крышами (РВСПК).

Ниже приведен сравнительный расчет годовых выбросов углеводородов в атмосферу из ЖБР-30000 и РВСПК-30000.

Годовые выбросы углеводородов в атмосферу ( $G$ ) определяются по формуле [2]:

$$G = \frac{P_{38} \times m \times (K_t^{max} \times K_B + K_t^{min}) \times K_p^{cp} \times K_{об} \times B \times 0,294}{10^7 \times \rho_{ж}}$$

где  $m$  – молекулярная масса паров нефти;

$P_{38}$  – давление насыщенных паров бензинов и нефти при температуре 38 °С;

$m$  – молекулярная масса паров нефти;

$K_p^{cp}$  – опытный коэффициент, который характеризует эксплуатационные особенности резервуаров;

$K_t^{max}$ ,  $K_t^{max}$  – опытные коэффициенты, принимаемые в зависимости от температуры нефти;

$K_b$  – опытный коэффициент, принимаемый в зависимости от давления;

$K_{об}$  – опытный коэффициент, принимаемый в зависимости от годового оборота резервуаров;

$B$  – количество нефти, закачиваемое в резервуары в течение года, т/год;

$\rho_{ж}$  – плотность нефти, т/м<sup>3</sup>.

При эксплуатации ЖБР-30000 годовые выбросы составят:

$$G = \frac{382,6 \times 78,3 \times (0,52 \times 1 + 0,4) \times 0,5 \times 1,75 \times 9600000 \times 0,294}{10^7 \times 0,87} = 7823,52 \text{ т/год.}$$

Пересчет на 1 тонну хранимой товарной нефти показал, что при эксплуатации ЖБР-30000 выброс углеводородов в атмосферу составит:

$$M = \frac{G}{B} = \frac{7823,52}{9600000} = 0,00082 \text{ т,}$$

где  $B$  – количество нефти, закачиваемое в резервуары в течение года, т/год;

$G$  – годовой выброс углеводородов в атмосферу, т/год.

При эксплуатации РВСПК-30000 годовые выбросы составят:

$$G = \frac{382,6 \times 78,3 \times (0,52 \times 1 + 0,4) \times 0,072 \times 1,9 \times 9600000 \times 0,294}{10^7 \times 0,87} = 1223,15 \text{ т/год.}$$

Пересчет на 1 тонну хранимой товарной нефти показал, что выброс углеводородов в атмосферу при эксплуатации РВСПК-30000 составит:

$$M = \frac{1223,15}{9600000} = 0,00013 \text{ т.}$$

Таким образом, замена ЖБР-30000 на РВСПК-30000 в резервуарном парке линейной производственно-диспетчерской станции «Северная» позволит снизить выброс углеводородов в атмосферу на 6600,37 т/год или на 84,4 %.

Стоит также отметить экономический аспект применения РВСПК-30000, в результате чего сократятся потери товарной нефти на сумму 81844,6 тыс. руб. (при расчете принимается цена одной тонны товарной нефти на ЛПДС «Северная», которая составляет 12400 руб.).

#### Литература

1. Аренбристер В.В. Техничко-экономический анализ потерь нефти и нефтепродуктов. – М.: Химия, 1975. – 160 с.
2. Бронштейн И.С., Абузова Ф.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. – М.: Недра, 1981. – 248 с.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАСШТАБОВ ДЕГРАДАЦИИ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ ОТ  
ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДЗЕМНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ**

**А.Н. Чехлов**

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Выход компаний нефтегазового сектора РФ на рынки стран Азиатско-Тихоокеанского региона требует развития трубопроводных систем в Якутии и других регионах Дальнего Востока. Эти территории характеризуются особыми геокриологическими условиями – распространением многолетнемерзлых грунтов.

Температура транспортируемых по подземным трубопроводам нефти и газа обычно превышает температуру фазового перехода воды, содержащейся в грунте. Это приводит к растоплению мерзлых пород и образованию ореолов оттаивания вокруг трубопровода. Деградация верхнего слоя вечной мерзлоты вдоль трассы приводит к изменению свойств географического ландшафта и может стать причиной возникновения аварийной ситуации на нефтегазопроводе, что повлечет катастрофические последствия для экологии региона.

Для прогнозирования последствий деградации вечной мерзлоты были проведены расчеты ореолов оттаивания по методу, представленному в исследовании [1]. Сталь, из которой изготовлен трубопровод, обладает высоким коэффициентом теплопроводности, поэтому принято, что температура на наружной поверхности трубопровода равна температуре продукта. Учитывая данное допущение, функция зависимости радиуса ореола оттаивания от времени определяется из выражения:

$$R(\tau) = 1,2r + \sqrt{0,04r^2 + \frac{(10\lambda_m \cdot \theta - 2\lambda_m \cdot t_{\min}) \cdot \tau}{10 \cdot \sigma \cdot W \cdot \rho}}, \quad (1)$$

где  $R$  – радиус ореола оттаивания;

$\tau$  – время;

$r$  – радиус трубопровода;

$\lambda_m$  – коэффициент теплопроводности талого грунта;

$\lambda_m$  – коэффициент теплопроводности мерзлого грунта;

$\theta$  – температура перекачиваемого продукта;

$t_{\min}$  – минимальная годовая температура грунта;

$\sigma$  – скрытая теплота плавления льда;

$W$  – объемная влажность грунта;

$\rho$  – плотность мерзлого грунта.

Используя выражение (1), были рассчитаны ореолы оттаивания, возникающие вокруг трубопровода, сооруженного в первом инженерно-строительном районе, для двух типов грунтов: песка и суглинка. Было принято, что трубопровод имеет наружный диаметр 1020 мм, глубина заложения – 0,8 м, температура перекачиваемой среды – 25 °С. Данные о климате района и свойствах грунта были взяты из источников [3, 4]. Результаты расчетов представлены в виде графиков зависимости радиусов ореолов оттаивания от времени для одного года эксплуатации подземного трубопровода (рис. 1).

Согласно рисунку, ореол оттаивания вокруг подземного нефтегазопровода начинает появляться сразу после начала работы трубопровода и монотонно растет в течение всего времени его эксплуатации. К концу первого года величина радиуса ореола оттаивания достигает 2,71 м и 2,96 м для песчаного и суглинистого грунта соответственно. Полученные результаты соответствуют данным, представленным в исследовании [2].

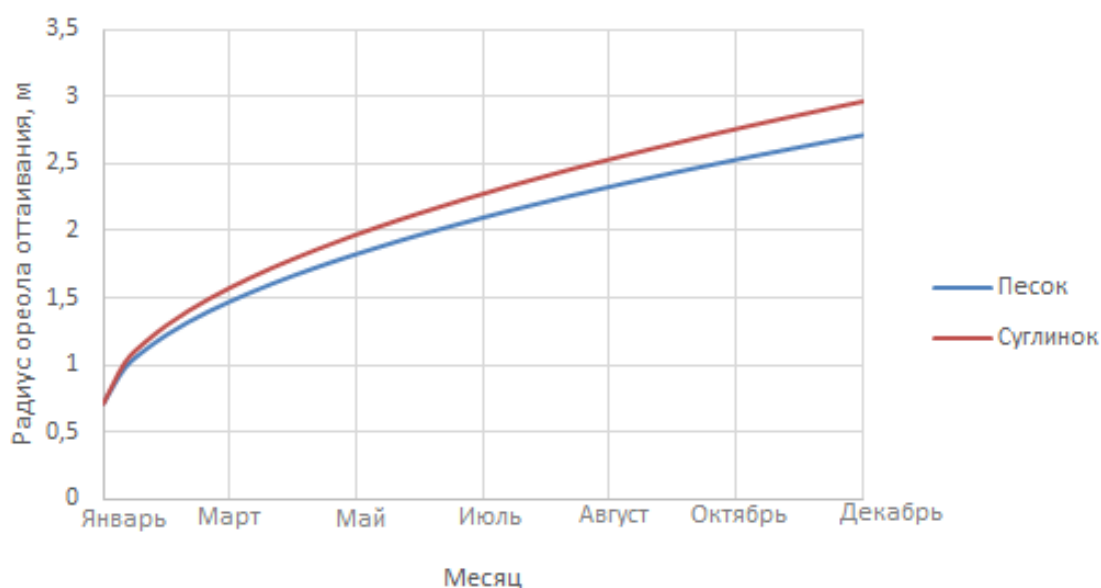


Рисунок 1 – Динамика роста радиуса ореола оттаивания вокруг трубопровода в течение года

Оттаивание мерзлого грунта вокруг подземного нефтегазопровода в зависимости от свойств грунта может привести к возникновению физико-механических процессов в почве, таких как осадка, термокарст, солифлюкация. Чем больше ореол оттаивания, тем интенсивнее протекают перечисленные процессы и тем сильнее проявляются изменения свойств географического ландшафта: вдоль трассы образуются канавы, а в отдельных случаях – провалы. Описанные процессы могут повлечь потерю трубопроводом прочности и устойчивости, что неминуемо приведет к возникновению аварийной ситуации.

Представленные в работе расчеты точно описывают процесс теплового взаимодействия подземного трубопровода с многолетнемерзлым грунтом. Они позволяют оценить масштабы деградации вечной мерзлоты вдоль трассы и могут быть использованы при определении эффективности технических средств, используемых для сохранения мерзлого состояния грунтов криолитозоны.

#### Литература

1. Володченкова О.Ю. Обеспечение проектного положения подземных магистральных нефтепроводов в зонах вечной мерзлоты // Диссертация канд. тех. наук: 25.00.19. – М., 2007. – 148 с.
2. Капитонова Т.А и др. Тепловое влияние подземного трубопровода на окружающие мерзлые грунты // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015. – №8 –1. – С. 9 – 12.
3. Методика теплового и гидравлического расчета магистральных трубопроводов при стационарных и нестационарных режимах перекачки ньютоновских и неньютоновских нефтей в различных климатических условиях: РД-39-30-139-79. – Введ. 1979-02-05. – Уфа: ВНИИСПТнефть, 1979. – 57 с.
4. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteoinfo.ru/>.



**ОСОБЕННОСТИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ  
В ЗИМНИЙ ПЕРИОД****Б.С. Шевченко**

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нефтедобывающая промышленность оказывает наибольшее техногенное воздействие на окружающую природную среду. Подавляющая часть загрязнений экосистем связана с нефтью и ее производными. Аварийные порывы трубопроводов ведут к загрязнениям и нарушениям рельефа, растительного покрова, естественного режима поверхностных вод. Строительство и эксплуатация нефтепромыслов неизбежно сопровождаются, как механическими повреждениями почвенного покрова, приводящими к процессам деградации и эрозии, так и химическими загрязнениями. Химическое загрязнение происходит нефтью и нефтепродуктами, буровыми растворами и сточными водами и т.д. Нефть цементирует почву, закупоривает поры, обволакивает корни растений, сдвигает рН в щелочную сторону.

При ликвидации разливов вязких нефтепродуктов в холодное время года, когда разлившаяся нефть охлаждается до температуры застывания, необходимо предусмотреть использование:

- нефтесборщиков с обогревом;
- источников пара (заводских котельных, паровых судов, передвижных источников пара) для подогрева собранной нефтесодержащей смеси в приемных и транспортных емкостях (для разогрева и смыва вязкой нефти и нефтепродуктов требуется пар, подаваемый с расходом 200–300 кг/ч на 1 т нефти и нефтепродуктов).

При ликвидации разливов в ледовых условиях для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды, свободной ото льда (попыньи, разводья и т.п.), следует использовать переносные нефтесборные средства, работающие от вакуумных автоцистерн, или автономные вакуумные системы с обогревом, шнековые нефтесборщики и сорбенты.

При ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в условиях битого льда можно использовать плавучие краны, снабженные грейферами. Для слива нефтесодержащей смеси из грейферов в этом случае необходимо предусмотреть достаточное количество емкостей, снабженных порталными зерновыми воронками и средствами, исключающими попадание в них мусора. Сбор нефти, нефтепродуктов и загрязненного льда может также проводиться в металлические баржи и автосамосвалы с герметизированными кузовами. Применяется сжигание нефти и нефтепродуктов, локализованных во льду. Плавающий лед препятствует растеканию нефти и нефтепродуктов, поэтому применение огнестойких бонов обычно не требуется. При низкой температуре легкие фракции не испаряются, а тяжелые растекаются на меньшей площади. Основной механизм движения нефти и нефтепродуктов на поверхность – это проникновение через разломы и рассолы во льду. Если нефть найдет разломы в ледяном поле, такие как жила или прорубь, она выйдет на открытую воду и может выплеснуться на поверхность льда. На ломаных льдах нефть и нефтепродукты стремятся собраться в жилах, если нет препятствия горизонтальному движению под нижней поверхностью. При заморозках на нижней стороне пятна может формироваться новый лед (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема поведения нефти во льдах [1, 2]

Традиционная технология локализации и сбора нефти и нефтепродуктов на реках в зимних условиях (при наличии ледового покрова) проводится созданием во льду направляющих ледовых прорезей. Развертывание системы локализации нефтяного разлива включает:

- расчистку от снега подъездных путей к рабочим площадкам, рабочих площадок на берегу реки, створа бонового ограждения, рабочей площадки на льду в районе майны и подъездной дороги к ним;
- проведение ледомерной съемки, которая производится для обеспечения безопасной работы на льду людей и снегоочистительной, ледорезной и других видов техники (определение возможности передвижения по льду технических средств оценивают по предельно допустимой нагрузке для данной толщины ледяного покрова);
- вынос в натуре и закрепление на местности створа бонового ограждения, ловчей майны и подъездной дороги на льду;
- нарезку прорези в ледяном покрове для установки бонового ограждения;
- вырубку ловчей майны (размером до 3x4 м).

В зимнее время допускается локализация загрязнения снежными заградительными дамбами. Их возведение принципиально не отличается от производства земляных работ бульдозерами или фронтальными погрузчиками и производится с обязательным уплотнением снега. Для предотвращения загрязнения грунта и снега нефтью используются пластиковые покрытия дамб и дна сборных емкостей.

#### Литература

1. Отчет о выполнении работ по геологическому изучению Пильтун-Астохского и Лунского лицензированных участков. – М., 2005. – 62 с.
2. Руководство по эксплуатации платформы ПА-А «Моликпак» «Сахалинэнерджи», 1998. – 100 с.
3. Стивен Поттер «Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе» / Под ред. Дебра Шольц. – М., 2013. – 140 с.
4. Общее положение по ликвидации аварийных разливов нефти [Электронный ресурс]. URL: <http://sajt-spasatel.ru/larn.html>

**ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕШЛАМОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ  
ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ****А.О. Шерстнева**

Научный руководитель профессор Е.И. Крапивский

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия*

Топливная промышленность занимает одно из ведущих мест среди отраслей народного хозяйства по степени неблагоприятного воздействия на окружающую среду. В Российской Федерации производственную деятельность осуществляет большое количество предприятий нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности, а также транспорта углеводородного сырья. Названные составляющие нефтегазовой отрасли оказывают значительное влияние на состояние почвы, атмосферного воздуха и водной экосистемы, которое связано с формированием загрязнённых нефтепродуктами пластовых и сточных вод, солей и шламов.

Нефтяные шламы образуются при транспортировке нефти, строительстве нефтяных и газовых скважин, промысловой эксплуатации месторождений, переработке нефти и газа, очистке резервуаров, нефтеловушек, прудов-отстойников, насосов труб, нефтеналивных цистерн и другого оборудования. В год образуется около 3 млн. тонн нефтешламов, в том числе: на нефтеперерабатывающих заводах – 1,4 млн. т, нефтебазах – 0,3 млн. т, федеральных железных дорогах – 1,3 млн. т [1].

В настоящее время в специальных хранилищах и нефтяных амбарах различных нефте- и газопромыслов, нефтеперерабатывающих заводов, нефтебаз уже накоплены сотни миллионов тонн нефтешламов. Вновь образующиеся углеводородсодержащие отходы не принимаются на захоронение из-за переполнения полигонов, плата за которые является весьма значительной для компаний. Это в свою очередь представляет не только реальную угрозу токсичного загрязнения экосистемы в зонах складирования отходов, но и создаёт потенциальную угрозу здоровью человека.

Ввиду сложившейся ситуации ключевую позицию в борьбе с проблемой неблагоприятного воздействия нефтешламов на окружающую среду занимают методы обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов, которые с каждым годом становятся всё более совершенными. В мировой практике для утилизации и обезвреживания углеводородсодержащих отходов используют термические, химические, биологические, физико-химические методы и их комбинации [2].

В статье рассмотрен термический метод утилизации нефтешламов с применением экспериментальной передвижной контейнерной установки, работы над которой ведутся в Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» на кафедре транспорта и хранения нефти и газа.

Передвижная контейнерная установка для утилизации нефтешламов направлена на рентабельную утилизацию нефтеотходов, природных битумов, асфальтенов или нефтезагрязнённых почв с использованием отмывки, объемного испарения нефтепродуктов с помощью газового и/или жидкометаллического теплоносителя, низкотемпературной сушки и низкотемпературного пиролиза с получением нефтепродуктов и утилизацией вторичных отходов.

Установка состоит из двух частей: модуля отмыва нефтешламов и термического модуля. В представленной работе основное внимание уделено

второму модулю, который в случае низкой эффективности отмыва нефтешламов может использоваться как самостоятельная установка.

Термическая часть установки расположена в «морском» двадцати футовом контейнере, модернизированном под задачи процесса. Контейнер разделён на три отсека, в которых размещаются три однотипных контейнера-реактора из металла (сталь нержавеющая или титан) с нефтешламом или битумом (рис. 1). Контейнер-реактор обладает системой теплообмена, состоящей из одной батареи, свёрнутой в виде улитки, и системы дистанционно подсоединяемых труб. Площадь поверхности теплообмена 8–10 м<sup>2</sup>, толщина подогреваемого слоя – 35 см. Теплоноситель сливается в котёл под действием силы тяжести при отключении магнитогидродинамического насоса. Батареи теплообмена могут быть изготовлены в виде отдельных прямоугольных секций. Расчетные размеры и внешний объем контейнера-реактора 1,5×1,8×1,5 м около 4 м<sup>3</sup> (длина, ширина, высота – приблизительно). Масса – около 1000 кг (расчетная максимальная с учетом теплообменной системы, но без теплоносителя). Толщина стенок 3 мм. Внутренняя часть контейнера может быть облицована тонкими керамическими плитками для защиты стали от высоких температур и коррозии. Расчетная температура – 600 °С. Расчетный объем нефтешлама в контейнере-реакторе составляет около 3,0 (3,5) м<sup>3</sup>. Расчетная первичная масса нефтешлама около 3000 кг.

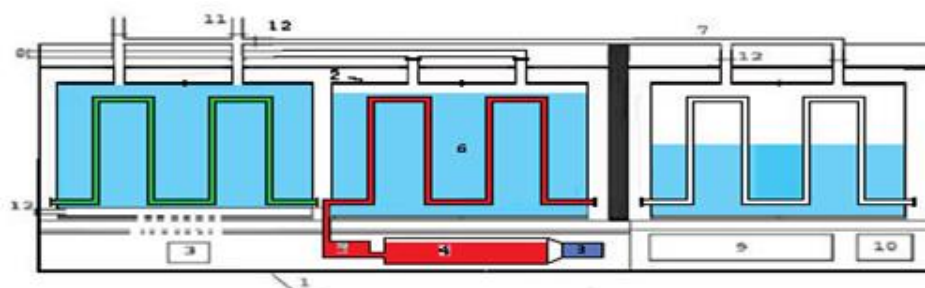


Рисунок 1 – Схема размещения оборудования в термическом модуле установки:  
1 – морской контейнер; 2 – контейнер-реактор; 3 – газовая или дизельная горелка; 4 – котел для жидкометаллического теплоносителя;  
5 – магнитогидродинамический насос; 6 – нефтешлам (битум);  
7 – воздухопроводы; 8 – газоходы; 9 – вентилятор; 10 – бак для моющего раствора;  
11 – труба; 12 – отверстие для нефтепродуктов и пара

Основной вид топлива, используемый в качестве источника тепла и для получения электроэнергии – утилизируемые на установке нефтешламы, точнее, синтетическая нефть – продукт пиролиза на установке. Это позволяет впервые в мировой практике сделать установку полностью автономной и использовать ее, в том числе, и для ликвидации разливов нефти в районах удаленных от источников энергоснабжения [1]. Передвижная контейнерная установка предоставляет возможность рентабельной утилизации нефтешламов и получения синтетического топлива.

#### Литература

1. Крапивский Е.И. Нефтешламы: уничтожение, утилизации, дезактивация. – СПб: Своё издательство, 2011. – 357 с.

2. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. – Екатеринбург: Издательство ПОЛИГРАФИСТ, 2007. – 503 с.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СЖИГАНИИ ПОПУТНОГО ГАЗА В ФАКЕЛАХ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**С.И. Щеглов**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На территорию Западно-Сибирского региона, и, в частности, в пределах Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) приходится около 60% добываемых в РФ нефти и газа. Этот положительный для России момент сопровождается значительным негативным воздействием на природную среду объектов нефте- и газодобычи и транспортировки углеводородов. Одним из наиболее опасных отрицательных моментов негативного воздействия на природную среду обитания являются так называемые «газовые факела», в которых попусту сгорает большое количество попутного природного газа с разрабатываемых нефтяных месторождений. Факельные установки, которые применяются в практике геологоразведочных работ на территории Западно-Сибирского региона подразделяются на высотные (рис. 1) и наземные.



Рисунок 1 – Высотная факельная установка [1]

В высотных факельных установках горелка располагается в верхней части факельной трубы, и при этом продукты сгорания выбрасываются в атмосферу сразу же после сгорания. У наземных установок горелка устанавливается на небольшом расстоянии от земли, продукты горения выводятся в атмосферу посредством дымовой трубы. Для минимизации вредного воздействия на окружающую природную среду продуктов горения, а также для уменьшения опасности для персонала, вокруг факельной установки предусмотрена организация свободной



зоны. Для наземных установок такая зона имеет радиус не менее 50 м, для высотных установок предусмотрена зона в 30–40 м.

При сжигании газа в факельных установках в атмосферу выбрасываются следующие вредные вещества: канцерогенные полиароматические соединения, суперэкоксиканты типа полихлорированных дибенздиоксинов, токсичные соли металлов, вредные вещества углеводородного ряда (монооксид углерода, сажа, такие химические соединения, как диоксид серы, оксиды азота). При этом 15 м<sup>3</sup> сжигаемого природного газа поставляют в воздушную среду 20 тыс. т оксидов азота и свыше 200 т диоксидов серы. Например, в газовых выбросах газовых факелов Самотлорского месторождения установлены соли Mn, Fe, Mg, Pb, Hg, Hr, Ti, Ni, Cu, Al, Ba, других металлов. Эти продукты сгорания достигают высоты более 500 м и раздуваются ветрами по огромным площадям. Даже слабые перемещения воздуха относят такие соединения, как монооксида углерода и аммиак, на расстояния до 15 км, сероводорода более чем на 10 км, оксидов азота – на 3 км. Над городом Нижневартовск на высоте около 400 м сформирована «озоновая дыра», которая устойчиво сохраняется в летние месяцы. Многолетнее горение факелов приводит к локальному изменению климата на ближайших (до 20 км) примыкающих территориях, где формируется специфический биоценоз, который при прекращении горения факела неминуемо погибнет.

По статистике, уровень заболеваемости жителей Среднего Приобья на 40% выше, чем в среднем по стране, количество установленных заболеваний онкологического характера превышен трехкратно. Даже у грызунов, живущих в зоне воздействия факелов этот уровень выше, чем у животных, на которых такого негативного воздействия не производится.

Вредное воздействие испытывают и почвенные покровы. На расстоянии от 50 до 150 м частично выгорает органическое вещество почв, обедняется почвенная флора и фауна, грунт деградирует до состояния песка и суглинка, что угрожает проявлением процессов почвенной эрозии.

При периодических выбросах горячей фракции нефтей, попадающих в горелку, могут возникать и возникают лесные пожары большой площади, от которых гибнут животные, птицы и насекомые, уничтожается растительный покров.

Факельные установки взрывоопасны. Опасность взрыва возникает при образовании в горелке смеси горючего газа и воздуха. При добавлении к такой смеси определенного (50–75%) количества инертного газа смесь становится негорючей. Взрывоопасные смеси формируются при попадании в факельную установку кислорода воздуха. Такая опасность возникает при большом ветре, низкой скорости потока сгораемого газа. Воздух в факельную горелку попадает в районе среза факельных труб, в участках неплотности, в случае разгерметизации оборудования. В зимних условиях факельные трубопроводы могут перемерзнуть. Зимой конденсат пара может превратиться в лед. При попадании сырой нефти в факельный трубопровод происходит закупорка факельной системы.

При сжигании попутного газа одним из вредных факторов воздействия на природную среду является шум. Он обусловлен тем, что при прохождении через регулирующий клапан при выходе из трубы происходит расширение газа. Шум возникает также из-за неравномерного проявления процесса горения, что проявляется в формировании отдельных языков пламени; при низкой скорости потока сжигаемого газа; из-за струй воды или водяного пара, которые подаются в горелку для обеспечения бездымности процесса сгорания.

Правительством РФ еще с января 2012 г. установлена нормативная граница утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) не менее 95% от размера добычи [2]. При целевом показателе сжигаемого газа на факелах в 5% от добычи все, что сожжено выше этого показателя, облагается крупными штрафами. Это привело к незначительному успеху. Так, в 2012 г. недропользователи ХМАО сократили факельное сжигание на 26% в сравнении с 2011 г. [3]. Но в целом достичь положительного результата не удалось. Суммарные штрафы за 2012 г. составили около 6 млрд. руб.

#### Литература

1. Шишмина Л.В. Экология нефтедобывающих комплексов // Курс лекций. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – С. 112.
2. Новое руководство ведомства предложило по-новому рассчитывать плату за экоущерб от сжигания попутного газа. [Электронный ресурс]. URL: <http://pravdaurfo.ru/articles/rospririodnadzor-yugry-pretenduet-na-1-milliard-rublej-rosnefti>.
3. Югра гасит факелы попутного газа. [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/economy/20130325/928942492.html#ixzz3rBAMxOef>.

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ

С.И. Щеглов

Научный руководитель доцент Н.М. Недолилко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Роль нефти и продуктов ее переработки, как ключевых элементов энергетики в современном мире, сложно переоценить. Из нефти получают бензин и керосин, различные виды топлива, сжиженные газы, сырье для химических производств, великое множество смазочных и специальных масел и смазок [2]. Несмотря на значительный вклад в мировое хозяйство, добыча нефти и нефтепродуктов наносит существенный ущерб окружающей среде, причём, как при нормальном ходе процесса, так и вследствие различных аварий. Так, на всех этапах добычи и транспортировки ежегодно теряется более 45 млн. т нефти. Нефтепродукты поступают в водную среду, в основном, двумя путями: через сбросы промывочных и льяльных вод с судов или из-за аварий на танкерах и нефтепроводах. Каждый средний или крупный разлив нефти приводит, в среднем, к гибели пяти тысяч птиц. Птицы заглатывают нефть, когда чистят клювом перья, употребляют загрязнённую пищу и дышат испарениями. Заглатывание нефти ведет к смерти птиц от голода и болезней. Но вред от нефти получают не только взрослые особи, ведь яйца птиц очень чувствительны к её воздействию. Даже малое количество нефти может оказаться достаточным для смерти эмбрионов в период инкубации.

Негативному воздействию разливов нефти при употреблении загрязнённой пищи и воды подвергаются и рыбы. Гибель рыбы, включая и молодь, происходит обычно при больших разливах нефти. Однако на разные виды рыб сырая нефть и нефтепродукты влияют по-разному, и её токсичное воздействие разнообразно. Например, концентрация в водной среде 0,5 миллионной доли или менее нефти может привести к гибели форели. Практически смертельный эффект нефть

оказывает на сердце, изменяет дыхание, увеличивает печень, разрушает плавники, влияет на поведение [4].

В период миграции большое количество птиц остается на побережье океана, потому что скрытые от ветра участки суши защищают их от хищников, поедающих рыбу. Разумеется, разлитая нефть наносит им вред. Она также несет опасность для тюленей и морских черепах в их брачный период. Поэтому в такие промежутки времени разлив нефти на побережье может иметь весьма тяжёлые последствия.

Все компоненты нефти ядовиты для морских обитателей. Нефть влияет на структуру сообщества морских животных [4]: во-первых, при нефтяном загрязнении изменяется соотношение видов, и, во-вторых, уменьшается их разнообразие. Так, обильно развиваются популяции микроорганизмов, питающихся нефтяными углеводородами и крайне ядовитых для многих морских организмов. Как следствие, постепенно падает первичная биологическая продуктивность моря. У нефти имеется еще одно неприятное побочное свойство. Ее углеводороды способны растворять в себе ряд других загрязняющих веществ, которые, концентрируясь вместе с нефтью в приповерхностном слое воды, формируют ядовитую «плёнку» и еще более загрязняют море. Ароматическая фракция нефти содержит вещества, носящие мутагенный эффект и канцерогенное действие. Например, бензпирен, который активно циркулирует по морским пищевым цепочкам и попадает в пищу людей.

Наибольшие количества нефти при её разливах сосредоточены в тонком приповерхностном слое морской воды, играющем особо важную роль для различных сторон жизни океана. В нем сосредоточено множество организмов. Поверхностные нефтяные пленки нарушают газообмен между атмосферой и океаном. Претерпевают изменения и процессы растворения и выделения кислорода, углекислого газа, теплообмена.

В силу опасности разливов нефти и их крайне негативного воздействия на человека, различных животных и природные процессы, разумным является отыскание способов борьбы с такими разливами. Существует несколько методов очистки воды от нефти. Рассмотрим некоторые из них.

Механическая очистка воды – это пропускание сточной воды через пористый фильтрующий материал в несколько этапов. При этом вода подвергается неоднократному процессу отстаивания в специальном оборудовании. Плюсы: низкие затраты. Минусы: низкая эффективность (очистка лишь ~ на 60 % от химических веществ, содержащих нефть).

Химический метод очистки воды осуществляется путём добавления специальных химических препаратов в загрязненную воду. Образуются химические реакции, вследствие которых нефтепродукты выпадают в вещества, формирующие нерастворимый осадок. Несомненным плюсом этого метода является его эффективность, т.к. степень очистки достигает 98%. Минус же – большие затраты.

Применение специальных микроорганизмов, которые используют нефтепродукты как основной источник питания – это суть биологического способа очистки. Плюсом данного метода является высокая степень очистки. Из минусов стоит отметить необходимость проведения предварительных мероприятий по очистке воды (механический сбор нефти, ее выжигание), существенные затраты [3].

Также есть несколько способов ликвидации и удаления разлившейся нефти. Одним из главных таких методов является её механический сбор с использованием боновых заграждений.

При достаточной толщине слоя и сразу же после загрязнения применяют термический метод, под которым понимают выжигание нефти.

Физико-химический метод заключается в использовании различных диспергентов и сорбентов. Диспергенты используются для активизации естественного растворения нефти с целью облегчить ее удаление с поверхности воды. Сорбенты же при взаимодействии с водной поверхностью впитывают нефтепродукты, после чего образуют комья, насыщенные нефтью, которые в дальнейшем убирают механическими способами.

Проблемы окружающей среды, связанные с её охраной, в том числе, и от разливов нефти, чрезвычайно важны и решаются также на законодательном уровне [1]. Правовой базой для охраны окружающей среды в Российской Федерации являются самые различные по юридической силе нормативно-правовые акты: Конституция РФ, множество федеральных законов и подзаконные акты, такие, как постановления Правительства. Имеется также немало международных соглашений по охране вод.

#### Литература

1. Владимиров В.А. Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования, 2014. – Вып. № 1. – Т. 4. – С. 217 – 229.
2. Дехтерман А.Ш. Переработка нефти по топливному варианту: учеб. пособие. – М.: Химия, 1988. – 96 с.
3. Нефтяные загрязнения. Очистка бактериальными препаратами. [Электронный ресурс]. URL: <http://kontinentusa.com/neftyanye-zagryazneniya-ochistka-bakterialnymi-preparatami>.
4. Петер Х. Алберс. Разливы нефти и живые организмы. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.npacific.ru/np/sovproblem/oil\\_sea/vozddeistvie/razliv/public1.htm](http://www.npacific.ru/np/sovproblem/oil_sea/vozddeistvie/razliv/public1.htm).

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОТ ТАЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Л.А. Юнусова**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проведение на территории Западной Сибири работ по разработке месторождений нефти и газа связано с многочисленными экологическими проблемами. Одной из немаловажных проблем является таяние многолетнемерзлых пород (ММП). При этом наибольшее негативное воздействие испытывает сезонно-талый слой. Изменения сезонно-талого слоя зависят от многих причин, среди которых основными являются: состав и свойства верхних горизонтов ММП; ландшафтное соседство; условия теплообмена.

Особенному риску ММП подвергаются при эксплуатации газопроводов. Здесь могут возникать бугры пучения, в которых снятие растительного покрова толщиной 0,2 м привело к увеличению глубин сезонного протанивания, отмечено повышение температуры почв и пород, появились термокарстовые просадки – озерки, отмечено понижение кровли ММП.

Наиболее ярко выраженным процессом деградации почвогрунтов при проявлении таяния ММП является термокарст (рис. 1). Термин термокарст предложен М. Ермоловым (Ермолов, 1932). При проявлении этого процесса формируются воронки, провалы. Развитие этого процесса установлено в

преимущественно рыхлых образованиях с обязательным присутствием захороненных линз льда. В Западной Сибири термокарст установлен в районах развития подземного льда. Формирующие карстовые воронки названы хасырями.

Термокарст формируется при нарушении теплообмена в приповерхностных участках почвы, когда глубина сезонного протаивания превышает глубину залегания подземных льдов или сильнольдистых ММП. Такие процессы начинают проявляться при изменениях климата, сопровождаемых началом таяния ММП. В последние десятилетия климат Западной и Восточной Сибири испытывает тенденции к потеплению. Что многие исследователи связывают с популярной на сегодняшний день гипотезой «парникового эффекта».



Рисунок 1 – Термокарст с формированием хасыреи [1]

Если это так, то содержащиеся в ММП значительные количества метана, при таянии ММП могут вызвать кумулятивное развитие этого процесса, так как попадание в атмосферу 1 литра метана сопоставимо с негативным проявлением 1 литра углекислого газа.

Если выявленная тенденция станет устойчивой, по просторы Западной и Восточной Сибири в ближайшие десятилетия сильно изменятся, и не в лучшую сторону.

#### Литература

1. Геокриологические опасности / Под ред. Э.Д. Ершова и Л.С. Гарагули. – М.: КРУК, 2000. – 316 с.
2. Казанцева Л.А. Комплексный геоэкологический мониторинг долговременных изменений геокриологических условий при строительстве газопроводов в северо-таежной биоклиматической зоне (на примере Надымского района) // Проблемы экологии, безопасности объектов и территорий. Материалы межд. науч.-практ. конф. «Нефть и газ Западной Сибири». – Тюмень, 2013. – Т. 3. – С. 94 – 98.
3. Васильчук Ю.К., Васильчук А.К., Репкина Т.Ю. Миграционные бугры пучения в заполярной части криолитозоны Средней Сибири // Инженерная геология, 2013. – № 2. – С. 28 – 45.



**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕДОБЫЧИ В АРКТИКЕ****М.В. Юркова, В.В. Цынгугев**

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Весной 2015 г. на шельфе Печорского моря в районе Ненецкого автономного округа впервые была добыта нефть в промышленных масштабах и в дальнейшем отправленная потребителям. Это событие является стартом для освоения Арктики, как района добычи углеводородного сырья, который сопоставим с ресурсной базой Саудовской Аравии.

На данный момент Арктика является малоизученной территорией, но той информации, которая была получена в результате экспедиций, достаточно, чтоб с уверенностью сказать, что запасы нефти и газа на арктическом шельфе значительны. В настоящее время идут глобальные исследования ведущими мировыми нефтегазодобывающими компаниями на территории арктического шельфа, с целью разработки новой ресурсной базы России.

Учитывая все доказательства перспективного развития Арктики как нефтегазодобывающей провинции будущего, стоит помнить, что этот регион, несмотря на удаленный доступ, связан с другими частями Земли. Поэтому вредным загрязняющим веществам удастся проникнуть на территорию Арктики с воздушными, морскими и речными потоками. По оценкам ученых, на территории России находится около сотни районов, показатели загрязнения которых существенно превышают допустимые нормы, часть из них связана с деятельностью нефтегазового комплекса.

Остановимся подробнее на экологических проблемах, которые возникают в Арктике в результате развития нефтедобывающей промышленности в пределах ее территории.

*Загрязнение почвы.* По оценкам экспертов, при строительстве магистрального трубопровода длиной 100 км подвергаются загрязнению около 500 га земельных угодий. В связи с климатическими условиями восстановление растительных сообществ на территории Арктики происходит очень медленно, а технологии по очистке загрязненных земель малоэффективны. Чаще всего залитые нефтью участки посыпают песком, тем самым создавая имитацию рекультивации.

*Масштабные разливы нефти.* Достаточно часто процессы нефтедобычи и ее дальнейшей транспортировки сопровождаются масштабными разливами, последствия от которых испытывает на себе население планеты. Нефть, которая разливается в Арктике, имеет свойство распространяться на огромные территории. Вредные вещества, входящие в состав нефти, попадают в Евразию и Северную Америку с водными и воздушными потоками, оказывая губительное воздействие на флору и фауну (рис. 1). Бурение на арктическом шельфе очень опасный и рискованный процесс и на данный момент не существует успешных практик по ликвидации разливов в ледовых условиях. При низких температурах становится проблематично откачивать нефть насосами из-за ее густого состояния. Следовательно, привычные средства сбора разлившейся нефти в подобных условиях становятся малоэффективными. Существует другой метод утилизации нефтяных разливов, который базируется на сжигании, однако это необходимо сделать в первые 50 часов аварии, так как позже нефть становится непригодной для сжигания.

*Изменение климата.* В результате сепарации нефти выделяется попутный газ, который либо выбрасывается в атмосферу, либо сжигается. В состав попутного

нефтяного газа входит метан (парниковый газ), который приводит к изменению климата. Результатом повышенного содержания метана в атмосфере является интенсивное потепление в арктическом регионе, которое почти в два раза превышает допустимые нормы по всему земному шару. Такой резкий рост температуры воздуха влечет за собой ряд последствий: изменение количества среднегодовых осадков, увеличение глубины протаивания вечной мерзлоты, уменьшение площади морских льдов. Последнее приводит к тому, что открываются новые острова, которые до этого находились под покровом льда.

Стоит отметить, что повышенное содержание метана в приземном воздухе может привести к взрывоопасной ситуации при разведке и добычи нефти и газа на арктическом шельфе.



Рисунок 1 – Сбор разлитой нефти у берегов Норвегии [4]

*Загрязнение грунтовых вод.* Одной из серьезнейших проблем регионов, где развита нефтяная промышленность, – низкое качество грунтовых вод. Например, в Ямало-Ненецком и Ненецком автономных округах содержание в питьевой воде углеводородов превышает допустимые нормы.

На данный момент загрязнение Арктики носит локальный характер. Однако в силу того, что современное общество очень зависит от нефти, ведущие нефтедобывающие компании продвигаются в пространство Арктики с целью найти нефть, игнорируя при этом вред, который наносится неприкосновенной до этого природе. За последнее десятилетие резко возросли темпы развития нефтегазовой отрасли по освоению арктического шельфа, что уже приводит к деградации окружающей среды.

#### Литература

1. Золотова М. Арктике нет альтернативы // Однако, 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.odnako.org/almanac/material/arktike-net-alternativi/> (дата обращения: 27.10.2015).
2. Киселев А.А., Решетников А.И. Метан в Российской Арктике: результаты наблюдений и расчетов // Проблемы Арктики и Антарктики, 2013. – № 2. – С. 5 – 16.

3. Пономарев В. Шельфовый прорыв // Эксперт, 2014. – №34. [Электронный ресурс]. URL: <http://expert.ru/expert/2014/34/shelfovyyj-proryiv/> (дата обращения: 27.10.2015).

4. Угрозы Арктике [Электронный ресурс]. URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/protect-the-arctic/threat-to-the-Arctic/#link>.

### **СЛАНЦЕВАЯ НЕФТЬ: НОВАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УГРОЗА**

**М.В. Юркова**

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Россия уже долгое время занимает лидерские позиции по добыче углеводородного сырья в мире. Однако традиционные месторождения нефти и газа истощаются, в связи с этим идут упорные работы по поиску новой ресурсной базы, которая по своим запасам будет сравнима с ныне разрабатываемыми крупными нефтегазоносными провинциями.

На данный момент выявлены две наиболее равнозначные альтернативы: освоение арктического шельфа и баженовской свиты, которая является самой большой в мире сланцевой формацией. Очевидно, что разработка арктического шельфа будет проходить в малоприспособных для жизни человека условиях, в то время как баженовская свита расположена практически на всей Западной Сибири, на территориях с более развитой нефтедобывающей инфраструктурой.

По оценкам специалистов из горючих сланцев всего мира можно получить порядка 26 трлн. т сланцевой нефти, что в 13 раз больше, чем запасов традиционной нефти. С учетом современного уровня потребления углеводородного сырья этих ресурсов хватит приблизительно на 300 лет непрерывной добычи. Поэтому в силу больших запасов сланцевой нефти, разработка ее месторождений с учетом технологического развития является наиболее приоритетным на данный момент направлением.

Немаловажным является тот факт, что баженовская свита является аналогом формации Баккен, разработка которой привела к высокому росту нефтяного потенциала США. Актуальным становится вопрос выявления общих и отличительных свойств сланцевых пород баженовской свиты и формации Баккен с целью использования технологии добычи сланцевой нефти для баженовской свиты с учетом ее особенностей.

Сходство «черных сланцев» сравниваемых низкопроницаемых коллекторов подтверждается общими свойствами, характерными для пород обоих районов, а именно: высокой радиоактивностью, высокими пластовыми давлениями, а также аномально низкой электропроводностью.

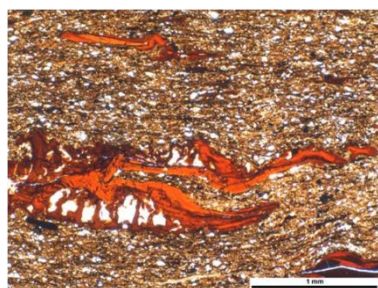
Главными различиями между баженовской свитой и формацией Баккен являются:

- наличие низкопроницаемых пород в формации Баккен, в отличие от баженовской свиты, для которой характерны аномальные разрезы проницаемых пород;
- разный возраст пород (баженовская свита – верхнеюрский, Баккен – палеозойский).

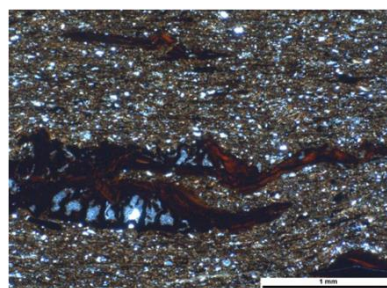
Баженовская свита, как правило, представлена плотными темными породами со сланцеватой текстурой, трещиноватостью и характерным запахом нефти (рис. 1). Породы насыщены гелефицированной макрофауной и органическим веществом (рис. 2).



Рисунок 1 – Образец керна баженовской свиты. Глубина отбора 2822,7 м



А



Б

Рисунок 2 – Фото шлифов образцов пород баженовской свиты с макрофауной: А – без анализатора, Б – с анализатором

Таким образом, вариант развития нефтегазовой отрасли путем разработки сланцевых пород баженовской свиты имеет место быть.

Существует два основных способа добычи сланцевой нефти. Добыча открытым или шахтным способом с ее последующей переработкой на специальных установках-реакторах, где сланцы подвергают пиролизу без доступа воздуха, в результате чего из породы выделяется сланцевая смола. Добыча нефти напрямую из пласта заключается в бурении горизонтальных скважин с последующим гидроразрывом пласта, иногда с дополнительным термическим или химическим разогревом пласта.

Разработка месторождений нетрадиционной нефти данными способами ведет к ряду следующих экологических проблем.

*Загрязнение воды.* В результате добычи сланцевой нефти путем гидравлического размыва пласта, грунтовые воды загрязняются опасными химическими веществами, которые используются для разрушения пласта и освобождения огромного количества метана, который попадает в почву и питьевую воду, делая ее «взрывоопасной».

*Потребление воды.* Добыча сланцевой нефти напрямую из пласта требует использования большого количества воды: при однократном гидроразрыве на стандартном месторождении необходимо порядка 27–86 млн. м<sup>3</sup> воды, на объем который приходится 0,5–1,7 млн. м<sup>3</sup> химикатов. На каждой скважине может быть проделано в среднем 12 гидроразрывов.

*Изменение климата.* Выбросы парниковых газов при добыче и использовании сланцевого газа и нефти значительно выше, чем при добыче традиционного углеводородного сырья. В результате исследований было выявлено, что вред от использования сланцевого сырья сопоставим с вредом от использования угля. По данным правительства США, утечка метана при добыче сланцевого газа, как минимум, на треть выше, чем при добыче природного газа.

Несомненно, разработка месторождений сланцевой нефти из баженовской свиты в промышленных масштабах является приоритетным направлением нефтегазовой отрасли России на данный момент. Тем не менее, при разведке и эксплуатации месторождений нужно руководствоваться не только материальной прибылью, так как технологии добычи сланцевой нефти не достигли еще того уровня, при котором воздействие на окружающую среду с экологической точки зрения минимальны.

#### Литература

1. Адильбеков А.С. Геолого-геофизическая характеристика формации Баккен (в сравнении с баженовской свитой) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Т. 1. – С. 378 – 380.
2. Бахтина Е.С. Перспективы сланцевой нефти баженовской свиты Томской области по данным пиролитического анализа Rock-Eval // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 131 – 133.



Секция 9

**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ГЕОЭКОЛОГИИ**

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОЙ НАРУШЕННОСТИ  
ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

**А.С. Вайцеховский**

Научный руководитель доцент О.С. Токарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нефтедобывающий комплекс является основным источником техногенного воздействия в таёжных регионах Западной Сибири. Негативное влияние оказывают загрязнение окружающей среды в результате утечек нефти и межпластовых вод, выбросов попутного нефтяного газа в атмосферу, воздействие нефтегазового производства на тектоническую среду при бурении скважин, проведение земляных, строительных и прочих работ и другие факторы.

Определение уровней суммарной техногенной нагрузки является актуальной задачей, которая требует анализа разнородных показателей нагрузки на природные комплексы. В [1] предложена методика геоэкологического анализа на основе оценки двенадцати диагностических показателей, определяющих величину техногенной нагрузки в районах нефтегазодобычи и, соответственно, уровень возможной трансформации ландшафтов. Обоснован выбор показателей для степной зоны Оренбургской области. Данная методика может быть применена для оценки техногенной нагрузки и трансформации ландшафтов на любой территории с учетом показателей, значимых для данной территории.

Целью данной работы является создание программного комплекса, позволяющего проводить оценку техногенной нагрузки на основе списка показателей, характерных для конкретной изучаемой территории, находящейся в условиях воздействия нескольких источников негативного воздействия с использованием геоинформационных технологий.

В соответствии с методикой [1] разработан алгоритм оценки уровней техногенной нагрузки с наглядным представлением результатов оценки в геоинформационной системе (ГИС) в виде тематического векторного слоя цифровой карты.

На первом этапе используется метод балльных оценок, широко применяемый в геоэкологии. Популярность указанного метода обусловлена возможностью приведения значений показателей к безразмерному виду, что решает проблему разной размерности величин. Показатели могут относиться к одной из 4 групп: количественная характеристика нефтегазопромысловых объектов, качественная характеристика месторождений, характеристика непосредственных нарушений в ландшафтах, характеристика степени возможных опасностей. Балльные оценки показателей находятся путем их шкалирования, расчетом по формулам или непосредственно присваиваются показателям. Производится построение таблицы, содержащей список районов со значениями каждого показателя нагрузки в баллах. В зависимости от итоговой балльной оценки, выделяют 6 уровней трансформации ландшафтов: незначительный (0-10 баллов), слабый (10-30 баллов), средний (30-50 баллов), умеренно-сильный (50-70 баллов), сильный (70-90 баллов), максимальный (90-110 баллов) [1].

На втором этапе для обработки полученных данных применяется статистический метод группировок – метод многомерных средних [2]. Целью группировки является разбиение совокупности районов на качественно однородные группы по большому числу признаков одновременно и определения влияния факторных признаков на результативный. Метод многомерных средних дает возможность проследить зависимость уровней техногенной трансформации ландшафтов нефтегазодобывающих территорий от той или иной группы факторов и выявить те показатели нагрузки, которые оказывают наиболее существенное влияние в каждом конкретном районе.

На основе разработанного алгоритма был разработано приложение Windows Forms в среде Microsoft Visual Studio на языке C#. В программе используются библиотеки Microsoft.Office.Interop.Excel [3] и WorkDBF [4] для корректной работы с табличными данными и их дальнейшей интерпретации в среде ГИС. Программа позволяет работать с готовыми входными данными, предоставляемыми в виде Excel-таблиц, или вносить данные, используя интерфейс программы.

Для тестирования приложения использованы результаты оценки уровней техногенной нагрузки на территории административных районов Оренбургской области [1]. Результаты расчетов уровней нагрузки экспортированы в файл атрибутивных данных административного деления Оренбургской области, графически интерпретированы в программе ArcMap 10.0 и представлены на рисунке 1.

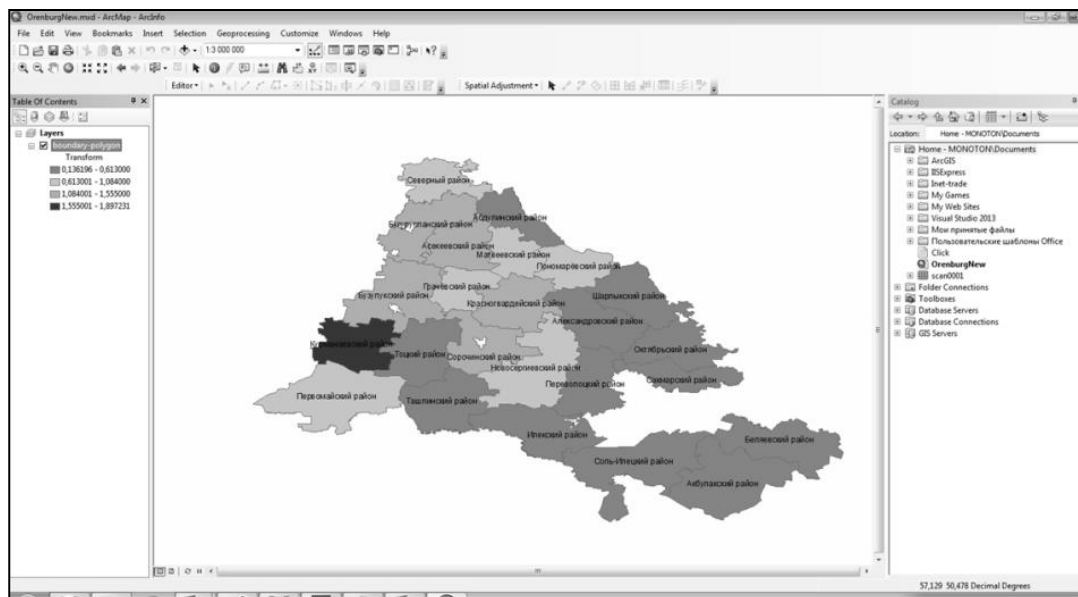


Рисунок 1 – Результат визуализации уровней техногенной нагрузки на территории административных районов Оренбургской области

В будущем планируется следующее развитие программного комплекса: доработка и внедрение разработанного приложения в виде модуля в свободно распространяемую геоинформационную систему Quantum GIS, что позволит использовать возможности пространственного анализа векторных карт для получения входных данных; добавление возможности для работы с расширенным списком показателей нагрузки. Расширенный список показателей позволит производить оценку техногенной нагрузки с учетом показателей, значимых для конкретной территории и с учетом воздействия других отраслей производства. Так,

например, для нефтегазодобывающих регионов таежной зоны Западной Сибири предлагается использовать дополнительные показатели нагрузки – протяженность линейных объектов инфраструктуры (нефтепроводов, дорог) на единицу площади и количество факелов для сжигания попутного газа.

#### Литература

1. Мячина К.В., Чибилёв А.А. Геоэкологические особенности нефтегазодобывающих районов Оренбургского Приуралья // Проблемы региональной экологии. – 2006. – № 4. – С. 11-20.
2. Шмойлова Р.А. Теория статистики – М.: Финансы и статистика, 2003. – 117с.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Ю.С. Веселова

Научный руководитель доцент Т.А. Архангельская

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Огромную важность приобретают вопросы, связанные с решением ряда задач в различных областях науки, таких как: геология (геологическое строение Земли, поиск полезных ископаемых и тд), гляциология (изменения в снежном и ледовом покрове Земли), гидрология (процессы, протекающие в океанах), экология (мониторинг состояния окружающей среды), метеорология и др.

И в решении этих задач активно используют данные дистанционного зондирования Земли – космические снимки, полученные с искусственных спутников Земли, прошедшие обработку и представляющие из себя растровое изображение поверхности Земли, а также файл с данными о снимке [1]. Кроме того, применяются аэрофотоснимки – снимки земной поверхности, сделанные с самолета или вертолета.

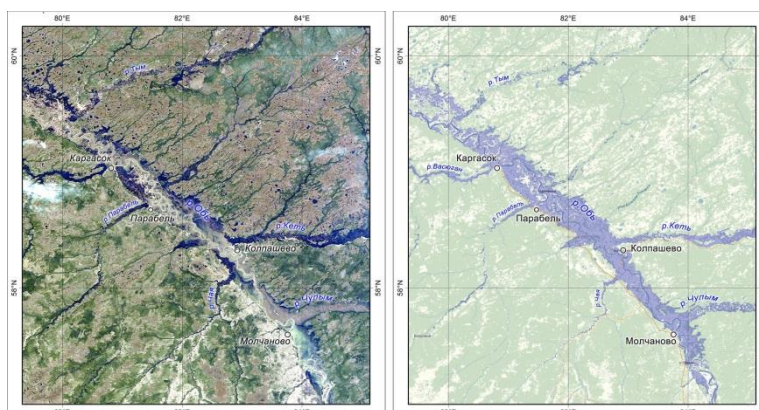


Рисунок 1 – Пойменные разливы рек Томской области [3]

Данный космический снимок (слева) сделан 12 мая 2015 года космическим аппаратом Terra. Разрешение снимка 250 метров, спектральные каналы R: 0.620-0.670 мкм, G: 0.575-0.565 мкм, B: 0.459-0.479 мкм

Справа – изображение совмещенных затопленных и переувлажненных участков пойм рек, выделенных на спутниковом изображении, с электронной картой

Yandex. Синим цветом показано обычное состояние русла реки Оби и ее притоков. Голубым – затопленные и переувлажненные участки пойм рек.

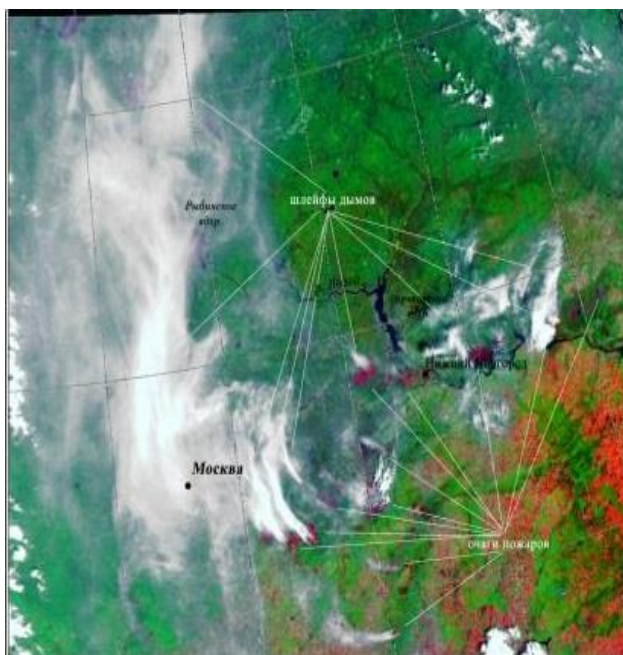


Рисунок 2 – Распространение лесных пожаров [2]

Данный снимок сделан космическим аппаратом Метеор-М №1. Изображение цветосинтезировано. В нижнем правом углу наблюдаются площади свежих лесных гарей. От очагов пожаров (указаны на снимке) исходят шлейфы дыма (указаны на снимке). По их распространению можно установить направление ветра (юго-западное) и очагов пожара, а также скорость распространения пожара.

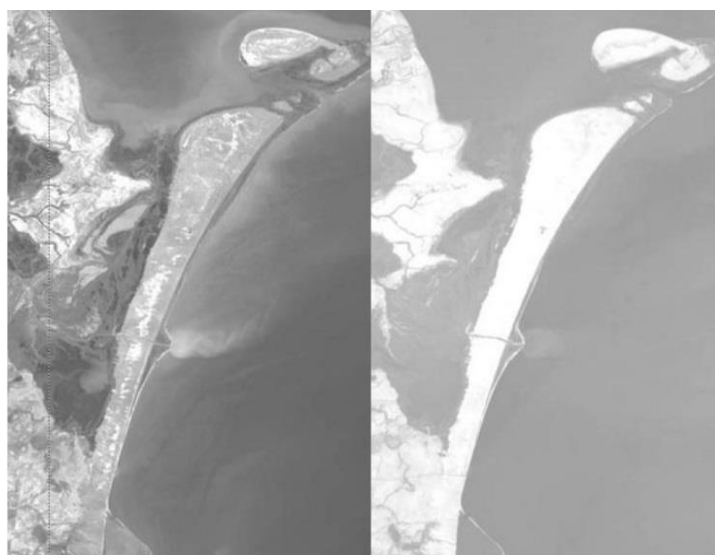


Рисунок 3 – Распределение твердого стока реки Терек [4]

Снимки были сделаны космическим аппаратом Landsat-7. Снимок справа - в видимом излучении (сине-зеленная область спектра), снимок слева - в ИК и



видимом. С помощью снимков было зафиксированы выбросы и распространение твердого стока реки Терек.

Методы дистанционного зондирования являются одним из приоритетных направлений, поскольку данные дистанционного зондирования позволяют прогнозировать появление тех или иных событий, дальнейшее их развитие и более оперативно принимать решения по ликвидации событий и их последствий.

#### Литература

1. Космические снимки (данные ДДЗ) [Электронный ресурс] // Geocentre consulting URL: <http://www.geocenter-consulting.ru/products/index?section=78> (дата обращения 29.10.2015)
2. «Метеор-М» №1: год эффективной работы на орбите ) [Электронный ресурс] // Государственная корпорация по космической деятельности РОСКОСМОС URL: <http://www.roscosmos.ru/12185/> (дата обращения 29.10.2015)
3. Паводковая обстановка - пойменные разливы рек в Томской области [Электронный ресурс] // ФГБУ «Научно-исследовательский центр космический гидрометеорологии» планета URL: [http://planet.iitp.ru/news\\_archive\\_2015.html](http://planet.iitp.ru/news_archive_2015.html) (дата обращения 29.10.2015)
4. Романов А.А. Космические системы ДДЗ [Электронный ресурс] // Российские космические системы URL: <http://www.spacecorp.ru/about/lectures/DZZ/> (дата обращения 29.10.2015)

### ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

**Д.А. Володина**

Научный руководитель доцент Т.А. Архангельская

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В наше время происходит огромное количество различных событий, которые порой влекут за собой большие потери. К таким событиям относятся техногенные катастрофы, т.е. крупные аварии на техногенных объектах, влекущие за собой массовую гибель людей, экологические катастрофы и т.д. По прошествии катастрофы мы не всегда знаем о ней достаточно информации. В этом нам помогают методы дистанционного зондирования.

Дистанционное зондирование (ДЗ) - процесс, посредством которого можно получить информацию об объекте (территории или явлении) по данным измерений, сделанных на расстоянии от объекта, без непосредственного контакта с ним [1]. Методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) имеют широкую область применения. Например, с помощью ДЗЗ осуществляется мониторинг и оценка состояния окружающей среды, происходит наблюдение за глобальными изменениями, за возобновляемыми природными ресурсами, сельским хозяйством и т.д. А также ДЗЗ применяют для разведки в военной области, СМИ, картографии [4, 7].

Для реагирования на чрезвычайные ситуации и катастрофы и их предотвращение необходим комплексный и эффективный мониторинг Земли, который осуществляется только средствами дистанционного зондирования. Для этого используются данные, получаемые от космических аппаратов природно-



ресурсного назначения, которые позволяют проводить наблюдения на федеральном, региональном и локальном уровнях с периодичностью наблюдения не реже одних суток [5, 6].

Примером изучения техногенных катастроф методами ДЗЗ может служить авария на территории Венгрии, которая произошла 4 октября 2010 года на крупном заводе по производству алюминия в районе города Айка. На заводе была разрушена плотина, сдерживающая резервуар с ядовитыми отходами. Таким образом, произошла утечка приблизительно 1,1 миллиона кубометров токсичного вещества — красного шлама.



Рисунок 1 – Снимок со спутника SPOT 4, 10.10.2010 [2]

По спутниковому снимку SPOT 4, полученному 9-10 октября, видно, что токсичными отходами залит район населенного пункта Девечер, а общая видимая длина разлива превышает 15 км (при ширине более 50 м) [2]. Сравнивая снимки до и после катастрофы, заметны существенные различия. Во-первых, земли территории, залитой токсичными отходами, окрасились в красный цвет, т.е. произошло загрязнение почвы и просачивание «красного шлама» в грунтовые воды. Во-вторых, «исчезновение» домов в области населенных пунктов. В-третьих, сожженные территории сельскохозяйственных и лесных угодий. А также проникновение токсичных отходов в бассейн Дуная.

С помощью дистанционного зондирования мы получаем большое количество информации о происшествиях различного масштаба, объектах, на которых произошло то или иное событие, последствиях и др. В связи с этим, благодаря снимкам, сделанным со спутников, мы можем сделать вывод о состоянии окружающей среды, сравнить результаты обстановки на территории происшествия до и после техногенной катастрофы. Применение существующих методов и систем дистанционного зондирования при мониторинге техногенных катастроф крайне важно, так как данное направление имеет прямое и непосредственное отношение к

жизни и здоровью людей, обеспечению безопасности жизнедеятельности, а также устойчивому развитию экономики [3].

Литература

1. Дистанционное зондирование и аэрофотосъемка местности. [Электронный ресурс] – URL: <http://refsurf.ru/732418794.html>
2. Гис-Ассоциация. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.gisa.ru/68235.html?searchstring=noaa>
3. Сизиков А. С., Беляев Б. И., Катковский Л. В. // Перспективы развития технических средств мониторинга чрезвычайных ситуаций, осуществляемого путем дистанционного зондирования Земли // *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* – 2013. - №30. – с. 65-73
4. СканЭкс. Инженерно-технологический центр. [Электронный ресурс] – URL: [http://www.scanex.ru/ru/news/News\\_Preview.asp?id=n10824230](http://www.scanex.ru/ru/news/News_Preview.asp?id=n10824230)
5. СОВЗОНД. Геоинформационные системы и космический мониторинг. [Электронный ресурс] – URL: <http://sovzond.ru/>
6. ТБУ. Информационный портал. [Электронный ресурс] – URL: [http://www.tbu.com.ua/digest/kerchenskaia\\_katastrofa\\_kak\\_eio\\_videli\\_s\\_orbity.html](http://www.tbu.com.ua/digest/kerchenskaia_katastrofa_kak_eio_videli_s_orbity.html)
7. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели и методы обработки изображений. - Москва: Техносфера, 2013. – 560 с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНА НА  
ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**М.А. Ильных, В.В. Мешечкин**

*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия*

Цель данной работы заключается в построении и исследовании математической модели экологического состояния региона на основе уравнений зависимости интегрального показателя загрязнения от влияющих на него факторов.

Проблема взаимодействия человека с природой, а также сохранения, восстановления и улучшения качества окружающей среды на сегодняшний день имеет высокую степень важности. Особую актуальность приобретают вопросы диагностики и практического решения проблемы экологической безопасности, а это требует наличия методов оценки, которые давали бы объективное представление об общем состоянии экологии региона. Один из подходов заключается в использовании интегрального показателя состояния окружающей среды, который характеризовал бы количественно, одним числом, целую совокупность явлений в их взаимосвязи.

В трудах разных авторов приводятся различные виды обобщенных показателей, характеризующих состояние экологии на определенной территории. В данном исследовании использовалась методика вычисления комплексной оценки состояния окружающей среды, предложенная в статье [2] для республики Саха (Якутия). Эта методика была применена для расчета интегрального показателя по Кемеровской области, для чего были собраны и систематизированы необходимые статистические данные за период 1998-2014 гг. Все частные показатели, по которым рассчитывалась комплексная оценка, были сгруппированы в 3 блока, отражающих разные аспекты состояния окружающей среды: антропогенная нагрузка (население,

горнодобывающая промышленность, лесное хозяйство, сельское хозяйство, транспорт), экологические и социальные последствия (загрязнение атмосферы, загрязнение поверхностных вод, нарушение земной поверхности, медико-демографическая обстановка, экологически обусловленные заболевания), устойчивость природных комплексов (климатические и биотические факторы). Из показателей каждого блока составлялся свой тематический индикатор, а на основе их свертки конструировался общий интегральный показатель [4].

Полученные в результате расчетов значения интегрального показателя количественно описывают общее состояние окружающей среды в Кемеровской области на конкретный год. Проведенные вычисления показали, что, в целом, оценка экологического состояния области средняя, значение интегрального показателя с годами убывало, но в последнее время появилась тенденция к возрастанию.

На интегральный показатель прямо или косвенно влияют многие факторы, но для решения задачи оптимального планирования регионального развития желательно рассмотреть в качестве факторов такие, которые можно использовать как управления. Если целенаправленно решать задачу развития территории, то в качестве управляющих параметров следует выбрать инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и в различные сферы деятельности, влияющие на экологическое состояние региона (такие как добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства и др.). Также на окончательный выбор повлиял анализ коэффициентов корреляции между инвестициями в разные направления деятельности и интегральным показателем, позволивший отбросить менее важные для рассматриваемого случая факторы и оставить только наиболее значимые.

В результате, для построения модели были взяты следующие показатели: инвестиции, направленные на охрану и рациональное использование водных ресурсов; инвестиции, направленные на охрану атмосферного воздуха; инвестиции, направленные на охрану и рациональное использование земель; инвестиции, направленные на охрану и рациональное использование лесных ресурсов; инвестиции, направленные на предприятия и полигоны по утилизации, обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных, бытовых и иных отходов; инвестиции в добычу полезных ископаемых; инвестиции в обрабатывающие производства; инвестиции в транспорт.

Далее средствами регрессионного анализа [1] были построены уравнения зависимости тематических индикаторов от выбранных факторов, в которые помимо инвестиций в различные сферы деятельности были включены значения этих же индикаторов за предыдущий год, что позволило учесть динамический аспект развития.

На основе полученных соотношений была построена математическая модель для исследования изменений экологического состояния региона в виде задачи оптимального управления с дискретным временем [3]. Интегральный показатель в этой модели входит в состав критерия качества, тематические индикаторы играют роль фазовых переменных (переменных состояния), а управлениями берутся инвестиции в разные сферы деятельности. Ограничения накладываются как на величины инвестиций в каждую сферу, так и на их общий суммарный объем.

Решение построенной задачи позволило определить оптимальные значения факторов, в наибольшей степени способствующие улучшению экологического состояния в регионе. Было рассчитано, что для его оптимизации нужно заметно

увеличить долю инвестиций в такие отрасли, как обрабатывающие производства, и уменьшить в другие, например, транспорт или добыча полезных ископаемых. При этом улучшение экологического состояния региона достигается, прежде всего, за счет улучшения показателей блоков экологических и социальных последствий и устойчивости природных комплексов, а антропогенная нагрузка меняется не так существенно.

Построенную модель оптимального управления регионом можно применить для планирования его будущего развития исходя из требований улучшения общей экологической обстановки. Для этого задача должна быть сформулирована для будущего периода времени и решаться с точки зрения оптимального распределения будущих инвестиций.

#### Литература

1. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
2. Бурцева Е. И. Комплексная эколого-экономическая оценка состояния окружающей среды республики Саха (Якутия) // Наука и образование. – 2005. – №2(38). – С. 37-43.
3. Данилов Н. Н., Мешечкин В. В. Основы математической теории оптимальных процессов. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. – 219 с.
4. Ильиных М. А. Применение интегрального показателя загрязнения для моделирования экологического состояния региона // Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей – материалы IX (XLI) Международной научно-практической конференции / Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2014. – Вып. 15. – С. 1504-1505.

#### **ДЕШИФРИРОВАНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ALIS**

**В.А. Ильященко, Д.В. Пислегин**

Научный руководитель профессор А.В. Соромотин  
*Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия*

Материалы космических съёмок используются для обнаружения и оценки последствий пожаров, контроля лесных вырубок, оценки точных размеров пахотных земель и их продуктивности, динамики сокращения сельскохозяйственных земель и вывода их из разряда сельхозугодий, выявления негативных почвенных процессов, определения уровня воды [2], обнаружения признаков поражения культур, проведения мониторинга чрезвычайных ситуаций, выявление нефтезагрязненных земель, прогнозирование урожайности [1]. Важным направлением исследований является разработка систем мониторинга нефтезагрязненных земель для рекультивации. Работа стала возможна при активном сотрудничестве НИИ экологии и РИПР ТюмГУ с немецкой компанией EFTAS.

*Актуальность* работы заключается в том, что до настоящего времени определение объемов рекультивационных работ с помощью космических снимков не проводилось. *Цель работы* – оценить эффективность применения программы ALIS и материалов космических снимков для решения задач в области экологии.



Одной из главных задач является правильная оценка и взвешенный прогноз ожидаемых показателей. Проект направлен на повышение эффективности и достоверности определения нефтезагрязненных земель в Тюменской области путем внедрения методов космического мониторинга. Это позволит на основе результатов автоматизированной обработки дистанционных данных и наземных наблюдений определять ключевые участки для рекультивации нефтезагрязненных земель.

Практическая значимость разработки данной тематики заключается в получении независимой и объективной информации об объемах рекультивации, проведение мониторинга нефтезагрязненных земель на территории области.

В рамках работы решались следующие задачи: 1. Проводилось определение характерных участков для проведения исследования. 2. Проводилось дешифрирование участков и их классификация с помощью программы ALIS. 3. Проводилось сравнение полученных данных с результатами полевых наблюдений.

В научной работе использовалась программа ALIS, разработанная немецкой компанией EFTAS, которая является партнером НИИ экологии и РИПР ТюмГУ в сфере дешифрирования и обработки космических снимков.

Огромным плюсом программы является совместимость с наиболее распространенными ГИС и системами обработки изображений, включая ArcGIS, ENVI, ERDAS, PCI и др. Оперативное управление файлами данных, создание и ведение электронных каталогов данных ДЗЗ, поиск и отображение снимков и атрибутивной информации. Визуализация изображений, масштабирование, контрастирование и навигация по снимку, анализ изображений, просмотр метаданных, измерение характеристик [3].

*Результаты исследований.* В период с мая по сентябрь 2013 года на территории нефтяных месторождений Тюменской области проводилась топографическая съемка для определения площадей под рекультивацию. Классификация выбранных участков осуществлялась с помощью программы ALIS, разработанной компанией EFTAS.

По полученному результату классификации можно определить необходимые площади под рекультивацию. С высокой точностью программа распознала участки с техногенной нагрузкой и водные объекты.

Сопоставление результатов полевых и дистанционных исследований дает нам данные об отклонении топографической съемки и результатов классификации в программе ALIS (рис. 1).

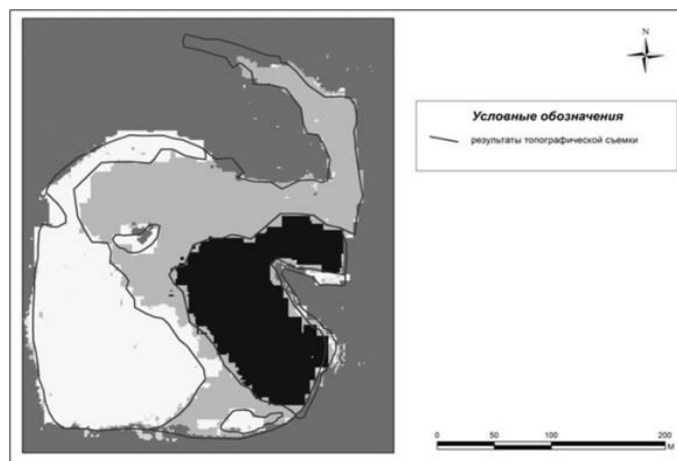


Рисунок 1. Результат сопоставления данных



В целом фактические данные совпадают с данными классификации, в среднем различия между данными достигают 5-7 %. Различия обусловлены тем, что топографическая съемка участка и космический снимок имеют разные даты съемки. И отклонение в 5-7 % свидетельствуют, что происходит частичное зарастание участка.

*Выводы.* Существующая система сбора информации с применением ДЗЗ очень эффективно развивается в настоящее время. Наблюдение за динамикой восстановления загрязненных территорий является необходимым элементом системы рационального использования природных ресурсов.

В ходе исследования были решены все поставленные задачи. Итоговый результат работы можно представить следующими выводами:

1. На основе материалов космических съёмок можно проводить мониторинг за состоянием нефтезагрязненных земель. Обработка материалов за несколько лет позволяет проследить зарастание и восстановление территорий, либо их дальнейшее загрязнение.

2. Для классификации участков по степени их загрязнения и выборов методов дальнейшей рекультивации можно применять программный продукт ALIS, разработанный компанией EFTAS.

4. В ходе проведенного исследования были успешно решены все поставленные задачи: проведено определение площади на основе космических снимков, в среднем отклонение от исходных данных составляет 5-10%.

5. Результаты обработки космических снимков позволят принимать более эффективные решения, экономя время и затраты на выезд в поле.

Результаты данной работы на практике могут быть применимы по следующим направлениям:

1. С использованием данных ДЗЗ возможно проведение уточнения границ загрязнения по всей территории области по отработанной технологии.

2. По данной методике возможен космический мониторинг состояния загрязненных земель на всей территории Тюменской области.

3. К перспективным направлениям развития проекта относится определение дополнительных важных характеристик – наличие подъездных путей, определение количества восстановившихся земель и др.

#### Литература

1. Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология: Издание второе, пераб. и доп. М.: Изд-во Московского университета, 1974. – 230с.
2. Зональная система земледелия Тюменской области: Рекомендации/ ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1989. – 444 с.
3. <http://www.scanex.ru/ru/software/default.asp?submenu=scanmagic&id=index>

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

М.А. Карпенко

Научный руководитель доцент О.С. Токарева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

В настоящее время данные дистанционного зондирования Земли играют важную роль для анализа экологического состояния окружающей среды. Для обработки данных используются различные методы, использующие в качестве признаков спектральные или текстурные характеристики пикселей в одном или нескольких их наблюдениях. Часто эти признаки оказываются коррелированными. Применение метода главных компонент (ГК) позволяет избежать дублирования информации, доставляемой взаимосвязанными признаками, малой варибельности признаков и предоставляет возможность агрегирования признаков [1].

Метод ГК – это один из способов понижения размерности, состоящий в переходе к новому ортогональному базису, оси которого ориентированы по направлениям максимальной дисперсии набора входных данных. Такое преобразование позволяет понижать информацию путем отбрасывания координат, соответствующих направлениям с минимальной дисперсией [2].

Геометрически определение первой ГК равносильно построению новой координатной оси  $OZ_1$  таким образом, чтобы она шла в направлении наибольшего разброса данных,  $OZ_2$  так, что она перпендикулярна к  $OZ_1$  и т.д. Направление этих новых осей представляет собой направление собственных векторов матрицы ковариации исходных признаков [3]. Формально, преобразование по методу ГК можно представить следующим образом:

$$Z = P^T * X,$$

где  $X$  – матрица исходных признаков, размерности  $p \times n$ ,  $p$  – количество исходных признаков,  $n$  – количество обследуемых объектов;

$P^T$  – транспонированная матрица преобразований размерности  $p' \times p$ , где в столбцы записаны  $p'$  собственных векторов матрицы ковариации исходных данных, записанные по порядку уменьшения соответствующих собственных значений;

$Z$  – матрица ГК, размерности  $p' \times n$ .

Разработанная на основе метода ГК программа применена для обработки космического снимка (КС) со спутника Landsat-7 с пространственным разрешением 30 м. На рис. 1а приведены изображения данных КС, полученные в 1-5 и 7 каналах. На рис. 1б приведены изображения ГК, полученные в результате обработки данных КС по методу ГК.

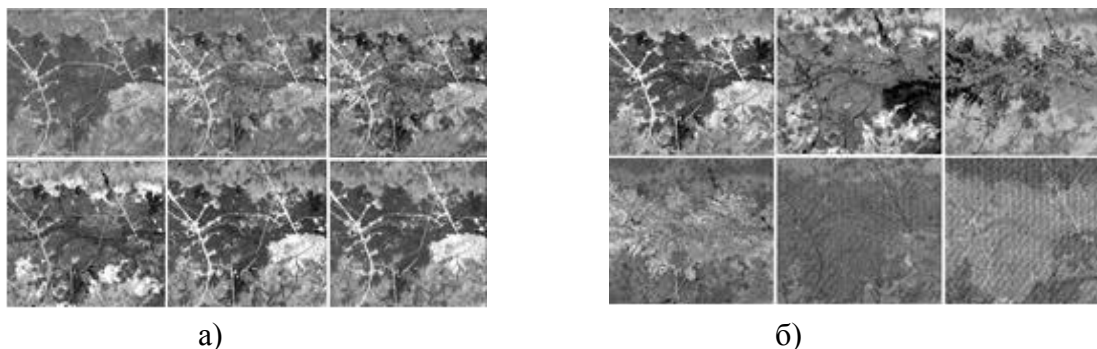


Рисунок 1 – Изображения данных КС а) в 1-5 и 7 каналах б) в значениях 1-6 ГК

В результате разложения на ГК можно увидеть, что наиболее вариативная информация содержится в ГК1-3, менее вариативная – в компонентах 4-6.

Далее проведена классификация данных КС на основе спектральных признаков пикселей в исходных каналах (рис. 2а) и на основе признаков в пространстве первых трех ГК, полученных после обработки КС по методу ГК (рис. 2б). Разными цветами на рис. 2 обозначены следующие объекты: синий, зеленый – лес разного типа, черный – антропогенные объекты и нарушенные территории, белый – гари, красный, розовый, голубой – болотная и травянистая растительность.

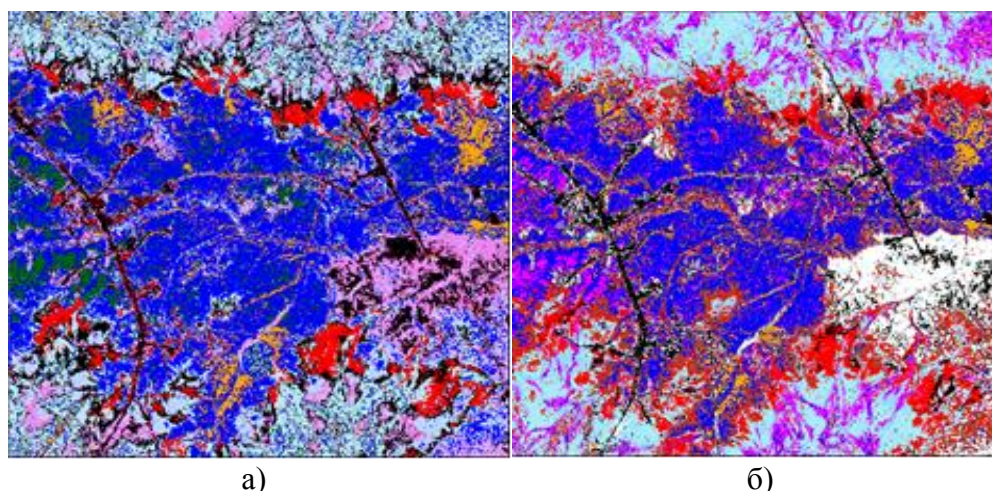


Рисунок 2 – Результаты классификации данных КС на основе значений:  
а) спектральной яркости пикселей б) первых трех главных компонент

Сравнение результатов классификации КС и карты данной территории показало, что в результате классификации с использованием в качестве признаков значений ГК полученные кластеры более точно соответствуют имеющимся на данной территории объектам. Как видно на рис. 2, более отчетливо выделены техногенные объекты, зоны гарей и болот.

В дальнейшем планируется использование разработанной программы для снижения размерности признакового пространства при использовании текстурных признаков изображения и значений спектральных яркостей пикселей, получаемых при съемке территории в разное время вегетационного периода растительного покрова.

#### Литература

1. Айвазян С. А. и др. Прикладная статистика. Классификации и снижение размерности. – Финансы и статистика, 1989.
2. Померанцев А. Метод главных компонент (РСА) // Российское хемометрическое общество.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rcs.chemometrics.ru/Tutorials/pca.htm> (дата обращения: 23.12. 2013).
3. Полищук Ю. М., Перемитина Т. О. Геоинформационный комплекс анализа состояния окружающей среды на основе метода главных компонент // Вычислительные технологии. – 2004. – Т. 9.– С. 14-25.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ MODIS И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****А.В. Ковалев**

Научный руководитель О.С. Токарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия*

На территории нефтедобычи Западной Сибири происходит систематическое нарушение растительного покрова в результате механических повреждений поверхности при строительстве объектов инфраструктуры нефтедобывающих месторождений, из-за аварийных разливов нефти и нефтебуровых растворов, пожаров, а также из-за воздействия загрязнения атмосферы на растительность при сжигании попутного газа в факелах.

В настоящее время, наряду с традиционными наземными методами наблюдения за состоянием растительного покрова территорий, подвергающихся постоянным интенсивным техногенным нагрузкам, используются данные спутникового мониторинга. В [2] показано, что результаты дистанционной оценки изменения состояния лесной растительности на основе вегетационных индексов в достаточной мере соответствуют данным биоиндикационных наземных исследований.

Целью данной работы является оценка изменения состояния растительности на территории нефтедобывающих месторождений на основе нормализованного вегетационного индекса (NDVI) с использованием данных, получаемых сканером MODIS.

Исследования проводились на 5 участках нефтедобычи: в Ханты-Мансийском автономном округе – Усть-балыкское, Приобское, Самотлорское, Лянторское месторождения и в Томской области на территории Васюганской группы месторождений (Первомайское, Ломовое, Оленье, Катильгинское, Лонтыньяхское). В качестве фонового участка выбран фрагмент Юганского заповедника.

В качестве показателя, характеризующего состояние растительности, выбран вегетационный индекс NDVI [3], так как он имеет хорошую чувствительность к изменениям биомассы растительности и подходит для того, чтобы оценивать её с количественной точки зрения.

В работе использованы тематические продукты MODIS MOD13Q1 Vegetation Indices 16-Day Global 500m, содержащие значения NDVI, усреднённые за 16 дней, предоставляемые онлайн-архивом NASA EOSDIS. Изучаемые области находятся на снимках с номерами (21,02) и (21,03) согласно схеме расположения фрагментов MODIS. В качестве метода исследования выбран метод пространственного анализа данных с целью оценки характеристик изучаемых областей.

Для изучения динамики состояния растительного покрова в пределах каждой исследуемой области рассчитано среднее значение NDVI по годам за период с 2010 по 2015 г. с интервалом в один год на основе тематических данных MODIS, полученных по снимкам с датами съёмки 10.06-25.06 и 12.07-27.07. Для большей наглядности, полученные средние значения NDVI по годам представлены на графиках (рис. 1 и 2), на основе которых построены линии трендов, отображающие характер изменения вегетационного индекса для каждой исследуемой области.

Как видно из рис. 1, ход большинства графиков имеет сходный характер, который обуславливается погодными условиями. Наклон линий трендов значительно не отличается для заповедника, Усть-Балыкского, Приобского, и



Васюганской группы месторождений. На территории Лянторского и Сомотлорского месторождений угол наклона трендов показывает более положительную динамику в состоянии растительного покрова, что может быть связано с проводимыми здесь рекультивационными работами.

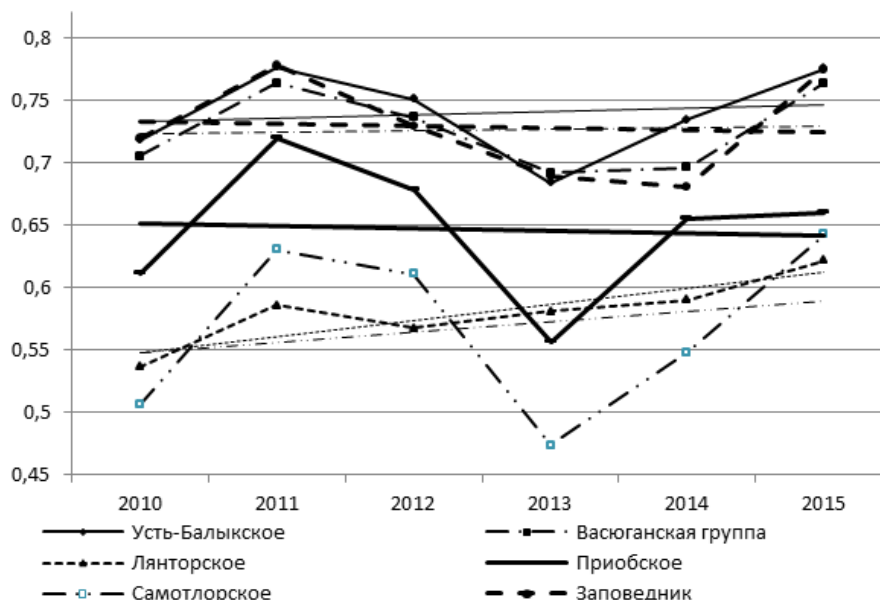


Рисунок 1 – Изменение средних значений NDVI по годам (даты съемки 10.06-25.06)

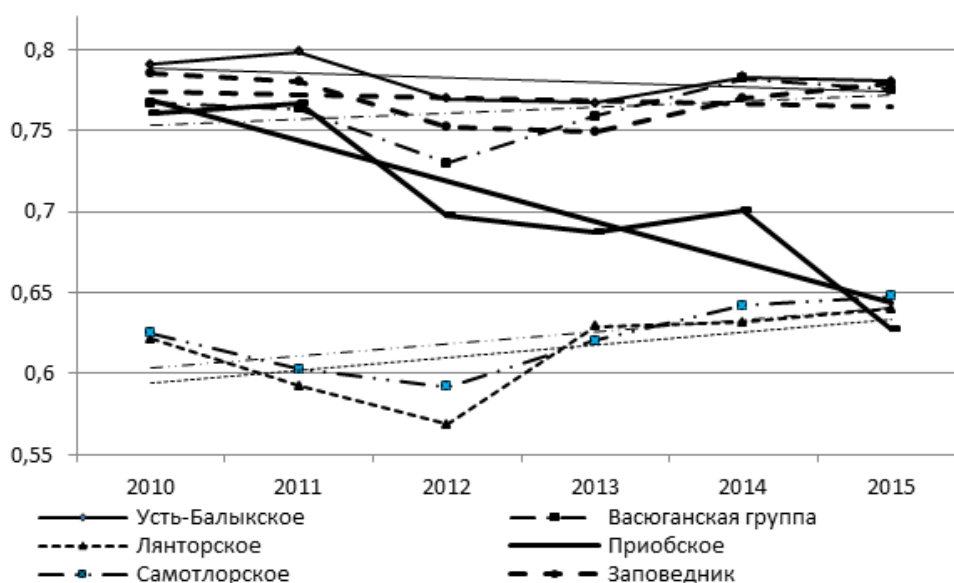


Рисунок 2 – Изменение средних значений NDVI по годам (даты съемки 12.07-27.07)

На рис. 2 заметно увеличение значений NDVI, связанное с изменением вегетационного периода, однако на некоторых участках значения индекса в июле того же года снижаются. Так, например, в 2015 г. на Приобском месторождении в июле происходит значительное снижение значения NDVI по сравнению со значениями, полученными в июне. На Усть-Балыкском и Сомотлорском месторождениях практически не произошло увеличения NDVI. Данная ситуация связана с высоким уровнем паводковых вод в июле 2015 г. В конце июня 2015 г. на



территории Усть-Балыкского месторождения произошла авария на нефтепроводе, однако основная часть нефти попала в реку [1].

#### Литература

1. Под Нефтеюганском произошел крупный разлив нефти. [Электронный ресурс]/– URL: <http://www.rbc.ru/society/29/06/2015/559131c99a7947453f430141> (Дата обращения 23.10.2015 г.)
2. Токарева О.С., Полищук Ю.М. Сравнительный анализ результатов дистанционного определения вегетационных индексов и данных биоиндикационных исследований в задачах экологического мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2013. – Т. 10. – № 2. – С. 81–87.
3. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. – 2011. – № 2. – С. 98–102.

### **ОЦЕНКА ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА ГЕОСИСТЕМ РЕЧИЦКОГО РАЙОНА (ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛОРУССИЯ)**

**В.А. Матюшенко**

Научный руководитель ассистент А.С. Соколов

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Белоруссия*

Дистанционная оценка характеристик и экологического состояния природных и природно-антропогенных геосистем в настоящее время получает всё большее и большее распространение, что связано с возрастанием доступности материалом дистанционного зондирования, сравнительно низкими трудовыми и финансовыми затратами, постоянным увеличением возможностей съёмочных систем. Одним из наиболее распространённых показателей, применяемых в системе дистанционного мониторинга и оценки геосистем, является вегетационный индекс.

Целью настоящей работы являлась оценка вегетационного индекса геосистем Речицкого района на основе данных дистанционного зондирования Земли. Исследование проводилось на основе цифрового снимка спутника Landsat 7, выполненного 18.08.2006. Пространственное разрешение 30 м/пикс., радиометрическое разрешение 8 бит.

Территория исследования (рисунок 1) находилась в восточной части Полесской ландшафтной провинции в пределах Речицкого района Гомельской области. Включает три рода ландшафтов – аллювиально-террасированные (восточная часть), пойменные (пойма реки Днепр, пересекающей территорию с северо-запада на юго-восток) и моренно-зандровые (западная часть). Климат района умеренно-континентальный. Средняя температура января  $-6.6^{\circ}\text{C}$ , июля  $+18.4^{\circ}\text{C}$ . За год выпадает 655 мм осадков. Лесистость территории составляет 43 %, Преобладают сосновые леса (39 % от всех лесов района), березовые составляют 26 %, черноольховые 19 %, дубовые 15%.

Знания о связи структуры и состояния растительности с ее отражательными способностями позволяют использовать космические снимки для идентификации типов растительности и их состояния [1]. Для этого применяется вегетационный индекс – показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) данных дистанционного зондирования, и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка.

Эффективность ВИ определяется особенностями отражения; эти индексы выведены, главным образом, эмпирически.

В настоящее время существует около 160 вариантов вегетационных индексов. Они подбираются экспериментально (эмпирическим путем), исходя из известных особенностей кривых спектральной отражательной способности растительности и почв.

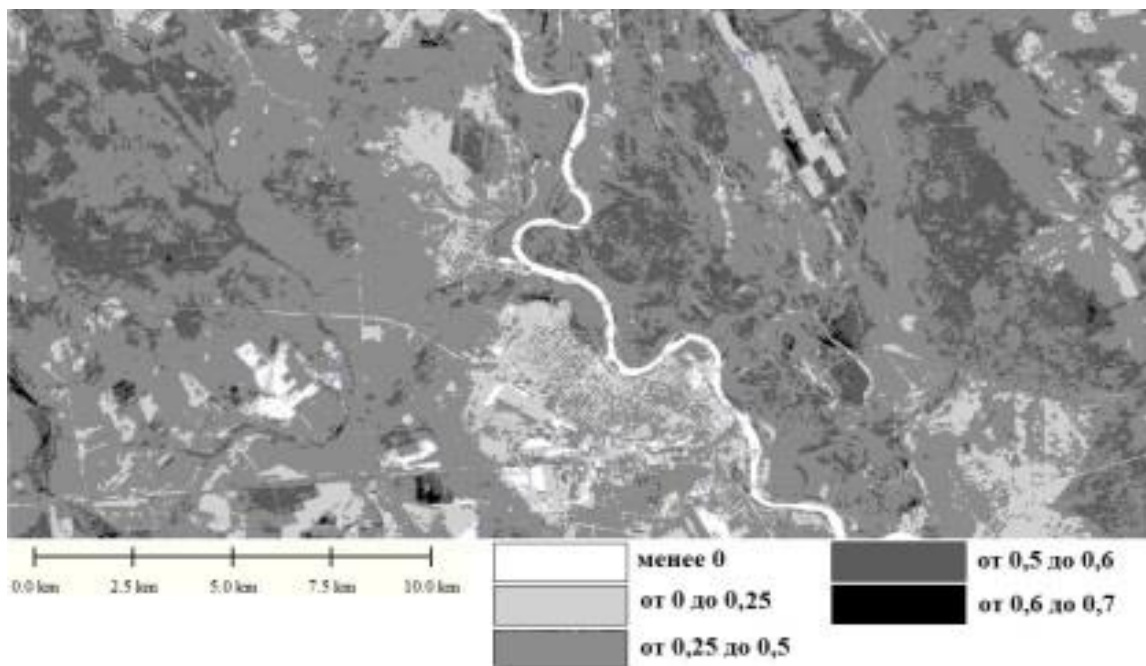


Рисунок 1 – Значение вегетационного индекса геосистем

Расчет большей части вегетационных индексов базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках кривой спектральной отражательной способности растений. На красную зону спектра (0,62 - 0,75 мкм) приходится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а на ближнюю инфракрасную зону (0,75 - 1,3 мкм) максимальное отражение энергии клеточной структурой листа. Т. е. высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с большой фитомассой растительности) ведет к более низким значениям коэффициентов отражения в красной зоне спектра и большим значениям в ближней инфракрасной. Как это хорошо известно, отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять растительность от прочих природных объектов [2].

Наиболее популярный и часто используемый вегетационный индекс – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который для растительности принимает положительные значения, и чем больше зелёная фитомасса, тем он выше. NDVI рассчитывается по формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

где *NIR* – интенсивность излучения в ближнем инфракрасном диапазоне (для снимков спутника Landsat 7 – 760-900 нм), *RED* – интенсивность излучения в красном диапазоне (630-690 нм).

Определение NDVI осуществлялось с помощью опции New Channel from General Algebraic Transformation программы *MultiSpec*. Визуализация результатов (рисунок 1) с разбиением пикселей на диапазоны по значению индекса осуществлялась в ГИС *Global Mapper*.

Результаты исследования показывают, что геосистемы со значением индекса 0,6-0,7 занимают незначительную площадь. Площадь геосистем со значением индекса от 0,5 до 0,6 более существенна, что позволяет проследить распространение лесов с относительно высокой фитомассой в районе. Территории с  $NDVI < 0,25$  позволяют идентифицировать нерастительные объекты – застроенные территории, водные объекты, участки с открытой почвой.

#### Литература

1. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. – № 2. – 2011. – С. 98-102.
2. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. – №3. – 2009. – С. 28-32.

### КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ОКЕАНОЛОГИИ

**Е.А. Мельникович**

Научный руководитель доцент Т.А. Архангельская

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Дистанционные методы исследования позволяют открывать новые способы непрерывного наблюдения за океаном, что дает возможность вовремя обнаруживать, а также прогнозировать опасные явления. Наиболее удобный и информативный метод исследования поверхности Земли из космоса - использование и тематический анализ изображений, полученных приборными комплексами различных частотных диапазонов, установленных на космических аппаратах. Данные комплексы оснащены приборами дистанционного зондирования (оптической техникой, радиолокаторами, скаттерометрами, радиометрами) и выведены на орбиты для получения различной информации, необходимой для наблюдения за состоянием окружающей среды и для природно-ресурсных исследований [1]. Съемку океанов и морей ведут с помощью оптических камер и сканеров, таких как многозональные сканеры МСУ-М, МСУ-СК и МСУ-Э на спутниках "Ресурс-О" и "Метеор", "Океан"; сканеров спутников NOAA, Landsat, Spot, IRS и многих других. Для изучения цвета океана специально созданы системы CZCS (CoastalZone Color Scanner) спутников Nimbus и SeaWiFS спутника SeaStar [4].

Спутниковый мониторинг позволяет получать информацию об основных характеристиках океана, таких как температура и соленость, морские течения, уровень моря, состояние поверхности моря, волнения, морские льды, биопродуктивность, подводный рельеф [2].

Важнейшими характеристиками морской воды являются соленость и температура [3]. При измерении температуры используются инфракрасные радиометры, с помощью которых создаются глобальные, а также региональные карты температур морской поверхности. Для измерения солености на данный момент разрабатывается аппаратура на базе микроволновых радиометров.

Благодаря регистрации температур поверхности инфракрасными радиометрами, ученым удалось увидеть морские течения и определить ширину струи, меандры, вихри (ринги), грибовидные течения. Интерферометрические системы на основе радиолокаторов применяются для определения направления и скорости движения воды.

Мониторинг уровня морей и океанов осуществляют с помощью альтиметров, установленных на спутниках "ТОРЕХ/ Poseidon", "Jason-1" и других [5]. Основными причинами, вызывающими колебания уровня, в особенности у побережий океанов и морей, являются: приливы и отливы, ветровой нагон и сгон воды, изменение атмосферного давления, течения, изменение плотности воды [3]. Сезонные колебания уровня многих морей связаны с температурным расширением-сжатием водной массы, а глобальные климатические изменения вызывают многолетние колебания уровня Мирового океана, изучение которых сейчас особенно актуально и ведётся с помощью радиоальтиметров.

Состояние поверхности моря и волнения определяют с помощью радиолокационной съемки, основанной на излучении импульсов электромагнитных волн и регистрации сигналов, отраженных от объектов. На радиолокационных снимках хорошо отображаются волны, поскольку они вызывают шероховатость морской поверхности.

С помощью космических методов дистанционного зондирования определяют биопродуктивность океана и загрязнения вод. Для этого определяют цвет воды, который зависит от концентрации пигмента хлорофилла и взвесей. Изобилие фитопланктона приводит к изобию зоопланктона, питающегося им, что в свою очередь приводит к изобию рыбы, которая питается зоопланктоном. Такие данные в основном применяются для рыболовства.

Основные характеристики морских льдов включают в себя положение кромки льдов, дрейф, возраст и ряд других параметров. Такие параметры, как сплоченность, дрейф льдов и положение кромки легко определить, используя данные съемок в видимом диапазоне и радиодиапазоне. Определение возрастных характеристик ледяного покрова достаточно непростой процесс, решаемый при использовании пассивной микроволновой радиометрической съемки в грубом разрешении.

Для наблюдения и фиксации подводного рельефа на снимках в видимом диапазоне необходима высокая прозрачность воды и штилевая погода. Водная толща ослабляет контраст, четкость, яркость подводных объектов. Просматриваемая зона ограничена глубинами до 20 м в водах средней прозрачности и до 40 м в прозрачных водах. Из этого следует, что изучение рельефа возможно только в зоне мелководного шельфа. Возможность исследования участков шельфа дает использование космического радиолокатора, так как на радиолокационных снимках хорошо отображаются обтекания течением форм донного рельефа. Необходимыми условиями радиолокационной съемки подводного рельефа являются ветровое волнение на поверхности и сильное приливное течение.

Спутниковые методы наблюдения за морями и океанами играют важную роль в современных научных исследованиях. Они значительно упрощают сбор наблюдений за изменениями, происходящими в океане и атмосфере, и позволяют определять важнейшие характеристики океанов и морей.

## Литература

1. Большаков А.А. Космические методы в океанологии/ А.А. Большаков. – Москва: Знание, 1982. М.: Знание, 1982. – 64 с.
2. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М.: Издательство А и Б, 1997. – 296 с.
3. Межуниверситетский аэрокосмический центр при Географическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geogr.msu.ru/>
4. Разработка способа автоматического определения параметров морского волнения для повышения безопасности плавания судов [Текст] : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.22.19 : защищена 16.04.2014 / Д. Б. Хоменко ; науч. рук. работы Д. А. Акмайкин ; ФГБОУ ВПО Морской государственной университет имени Г. И. Невельского. – Владивосток : ФГБОУ ВПО МГУ имени Г. И. Невельского, 2014. – 21 с. – Библиогр.: с. 19-21.
5. EXPO 2012 YEOSU KOREA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expo2012.inconnect.ru/>

**ВНЕДРЕНИЕ ГЕОАНАЛИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И  
МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ  
ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

**А.В. Мусейко**

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Построение систем учета земель сельскохозяйственного назначения является одним из важных направлений, развивающихся в текущее время. Постоянно растущий объем информации о состоянии и использовании земель обуславливает актуальность информационного обеспечения регулирования земельных отношений.

Агрохимические обследования земель сельскохозяйственного назначения в Томской области не проводились с 90-х годов, за исключением нескольких хозяйствующих субъектов. Не проводился и анализ хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий [3]. Исследования в основном сводились к точечным обследованиям отдельных площадей. Потому результаты таких исследований не могут быть достаточно информативными. За этот период появились новые с/х предприятия. Границы большинства появившихся хозяйств не зафиксированы на картографических материалах, а так же отсутствуют картографическое обоснование внутривладельческого землеустройства таких предприятий (т.е. отсутствуют достоверные и актуальные данные о площадях посевов и др.). Единственным источником информации о таких объектах являются отчеты, которые формируют сами хозяйства, зачастую не заинтересованные в подаче достоверных и точных сведений [2].

В связи, с чем возникает необходимость в исследованиях, с помощью которых возможно получение информации, содержащей агрохимические и иные обследования, в разрезе каждого района и хозяйствующего субъекта. На основании



таких данных появится возможность разработки зональных и агроландшафтных систем земледелия Томской области. Также необходимость данных исследований обусловлена развитием сельскохозяйственного производства на территории Томской области, поэтому такие исследования будут способствовать социально-экономическому развитию всего региона в долгосрочном периоде [1].

В рамках реализации таких исследований активно начала развиваться система мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с 2011 года. С 2013 года совместно с Томской агрохимической службой и Сибирским НИИ сельского хозяйства и торфа специалисты Департамента по социально-экономическому развитию села Томской области в регионе приступили к созданию цифровых карт сельхозугодий, которые будут включать в себя данные об агрохимических обследованиях почв, плодородии земель, севообороте, урожайности в разрезе каждого сельхозпредприятия.

Такие исследования дадут возможность систематизировать и анализировать взаимосвязанные пространственно привязанные данные о землях сельскохозяйственного назначения Томской области, в том числе для создания и внедрения региональной геоаналитической системы агропромышленного комплекса Томской области.

В ходе работы были исследованы материалы инвентаризации, пространственные и иные данные о землях сельскохозяйственного назначения имеющиеся в органах государственной власти, органах местного самоуправления, хозяйствующих субъектах и иных организациях. Сформированы данные, в том числе необходимые для разработки региональной геоаналитической системы агропромышленного комплекса Томской области. Результаты агрохимического обследования земель сельскохозяйственных угодий были нанесены на векторные карты.

В настоящее время оцифровано более 50% земель и произведена их привязка к местности. К концу 2015г. планируется закончить создание базы, занести в программу данные по каждому конкретному участку. Это позволит специалистам Департамента и руководителям хозяйств быстро получать отчетные данные и информацию о владельцах участков, размерах земельных наделов, типах почв, содержании азота, фосфора, калия, гумуса или других минеральных веществ и многом другом.

В 2016 году планируется переход с локальной информационной системы «АгроУправление» на геоинформационный портал (доступ через веб-интерфейс). Это позволит лучше контролировать эффективность господдержки, отслеживать, как используются сельскохозяйственные угодья. Агрономы сельхозпредприятий с помощью электронных карт смогут точнее составлять планы по обработке полей (определять необходимость в удобрении и т.д.). К тому же цифровые карты позволят точнее прогнозировать урожаи [4].

Работы по созданию электронных карт с нанесением на них всесторонней информации о земельных участках и их использовании позволят создать научно обоснованную систему ведения земледелия в каждом хозяйстве Томской области.

А так же позволит быстро получать информацию (и при необходимости оперативно ее менять), что необходимо при управлении земельными ресурсами, при планировании агротехнических операций, прогнозировании урожайности и оценке потерь [5]. Развитие данной системы позволит проследить динамику и контролировать технологические процессы производства. Создание такого ресурса

даст возможность хозяйствам перейти к точному земледелию, а государственным структурам – контролировать площади посевов.

Литература

1. Варламов, А. А. Мониторинг земель Текст.: учеб. пособие/ А. А. Варламов, С. Н. Захарова. М.: ГУЗ, 2000. - 158 с.
2. Газалиев, М. М. Земельные отношения в сельском хозяйстве Текст.: (теория, методология, практика) / М. М. Газалиев. М.: РЦСК, 2008. - 318 с.
3. Каличкин, В. К. Земельно-ресурсное районирование Томской области: Метод. рекомендации / В. К. Каличкин, В. А. Хмелев, В. Г. Азаренко, С. А. Ким. Новосибирск, 2001. - 32 с.
4. Ковальчук, А. К. Основы геоинформационных систем: учебное пособие по курсу «Геоинформационные системы» / А. К. Ковальчук, С. В. Шайтура и др.; под редакцией С. В. Шайтура. М.: Изд-во МГПУ, 2006. - 127 с.
5. Лимонов, А. Н. Дистанционные методы государственного мониторинга земель (теория, методика, практика): монография / А. Н. Лимонов. М.: ГУЗ, 2005. - 106 с.

**ДИСТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

**М.И. Джумашев, Р.И. Сафин, С.В. Тимошков**

Научный руководитель профессор А.А. Поцелуев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Дальневосточный федеральный округ (ДФО) России имеет протяженную морскую и сухопутную границу со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, который является зоной существенного риска возникновения чрезвычайных ситуации (ЧС). Как природного, так и техногенного характера.

За последние 5 лет на территории Дальнего Востока среди произошедших природных катастроф стоит выделить:

1. Природные пожары. В общей сложности в период с 2010 по 2015 гг. на территории ДВФО возникло около 1300 очагов природных пожаров. Общая площадь сгоревших территорий около 450000 га.

2. Тайфуны. В 2011 году на ДВФО России оказывали влияние 5 экстремальных тайфунов. Тропические циклоны (ТЦ) северо-западной части Тихого океана могут воздействовать на Дальний Восток на любой стадии развития, но преимущественно они успевают трансформироваться в циклоны внетропических широт. Выход тропических и экстремальных тропических циклонов на Дальний Восток России происходит не ежегодно, в среднем многолетнем – это 1-2 ТЦ.

3. Наводнения. За последние 100 лет самое масштабное наводнение произошло в конце лета 2013 года, тогда на ДВФО обрушился мощный паводок, который охватил пять субъектов Дальневосточного федерального округа. Всего с начала паводка было подтоплено 37 муниципальных районов, 235 населенных пунктов и более 13 тысяч жилых домов. Общая площадь затопленных территорий составила более 8 миллионов квадратных километров.

4. Землетрясения. 24 мая 2013 на Дальнем Востоке произошло землетрясение. Его гипоцентр находился на глубине около 600 километров под Охотским морем. Магнитуду землетрясения оценили в 8,2. 4 марта 2014 года, на Дальний Восток обрушились сразу два землетрясения. Первое землетрясение произошло в Камчатском крае, в 45 километрах северо-восточнее села Мильково. Магнитуда сейсмического явления – 3,8, оно произошло на глубине в 160 километров. Второе землетрясение было зафиксировано в Сахалинской области. Произошло сейсмическое явление магнитудой 3,8. Сейсмические толчки были зафиксированы в 30 километрах юго-восточнее Южно-Курильского городского округа на глубине в 130 километров. 12 июля 2015 года Землетрясение магнитудой 4,5 зарегистрировано в акватории Тихого океана в районе острова Шикотан. Сейсмическое явление произошло в 101 километре восточнее с. Малокурильское, 180 километрах восточнее г. Южно-Курильск, очаг располагался на глубине 87 километров.

Также, вероятно опасность таких природных катастроф как цунами, оползни, снегопады, так как территория находится в зоне взаимодействия крупных литосферных плит. Мощные горообразовательные процессы и подвижки литосферных плит продолжаются, что проявляется в интенсивных землетрясениях и моретрясениях. Дальний Восток — это единственная в России территория активного вулканизма, отличающаяся также высокой сейсмичностью. Сейсмическая опасность может привести к техногенным катастрофам, как это было в Японии в 2011 году на АЭС «Фукусима-1».

Прямой ежегодный ущерб от всех видов чрезвычайных явлений природы и техногенных катастроф составляет десятки миллиардов рублей. Предупреждать стихийные явления и техногенные катастрофы, на основе мониторинга их предвестников ослаблять их последствия и быть готовыми к ним – экономически более выгодно, чем реагировать на их последствия. Для этого мы предлагаем следующие дистанционные технологии для мониторинга чрезвычайных ситуаций:

**Мониторинг лесных пожаров.** Задача оперативного обнаружения и мониторинга очагов пожаров приобретает особую актуальность в связи с большой территорией, занятой лесами. Эффективнее всего будет внедрение таких программных обеспечений с алгоритмом автоматического определения очагов пожаров как: ScanViewer (для спутников серии NOAA); ScanEx MODIS Processor (для спутников серии EOS). Возможно совместное использование данных со спутников серий NOAA и EOS. Это повышает оперативность получения информации и увеличивает вероятность раннего обнаружения очагов пожара.

**Мониторинг атмосферы и океана.** С целью расчета рисков радиационного загрязнения территории ДВФО важен мониторинг океана и атмосферы в районе АЭС Фукусима-1 Основные задачи мониторинга: оценка путей распространения радиоактивного загрязнения через атмосферу и океан; оценка некоторых долгосрочных последствий, обусловленных радиоактивным заражением прибрежной зоны острова Хонсю. [3]

**Автоматический мониторинг тропических циклов.** Оперативное получение информации о тропических циклонах является необходимым условием минимизации сопутствующих им рисков. Наилучшим вариантом для этого будет

технология автоматического мониторинга ТЦ с использованием данных метеорологических спутников Земли (геостационарных серии MTSAT и полярно-орбитальных серии NOAA). Одним из важных аспектов решения задачи мониторинга ТЦ является организация оперативной поставки информации заинтересованным потребителям. Разработанная система автоматического мониторинга ТЦ с использованием оригинальных методов автоматического поиска позволяет в оперативном режиме обнаруживать, проследивать и рассчитывать основные геометрические параметры ТЦ на основе комплексного анализа данных дистанционного зондирования. [4]

**Мониторинг наводнений.** Дистанционное зондирование помогает решать задачи выбора защитных дамб для сдерживания наводнения, выявлять участки, которым еще угрожает затопление и т.д. [1] Важная особенность космического мониторинга — это возможность совмещения оперативной информации о состоянии местности (фотопортрета местности) и цифровых картографических слоев ГИС, содержащих данные о планировании городского строительства, проектировании защитных сооружений, развитии инфраструктуры, для оценки риска возможного затопления. Космические снимки являются быстрым и относительно дешевым путем получения оперативной и точной информации о ходе наводнений. Частота съемок радиометром MODIS со спутников Terra и Aqua (2-4 раза в сутки для одной и той же территории) позволяет проводить мониторинговые наблюдения, дает возможность оперативно принимать решение.

**Мониторинг землетрясений.** «Международная система мониторинга стихийных бедствий (DMC)». [2] Отличительной особенностью данных космических систем является их основная направленность на решение задач ликвидации последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф. Для решения задачи краткосрочного прогноза стихийных бедствий, в том числе землетрясений, и техногенных катастроф необходимо получение специальной, оперативной, глобальной информации о динамике изменения параметров литосферы, атмосферы и ионосферы Земли, её специализированная обработка и передача в соответствующие органы контроля и управления, принимающие решения.

#### Литература

1. MAPEXPERT. Использование данных ДЗЗ для мониторинга паводков и наводнений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://mapexpert.com.ua/index\\_ru.php?id=15&table=news](http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=15&table=news) (Дата обращения: 09.11.15)
3. Алексанин А. И., Алексанина М.Г., Карнацкий А.Ю. Автоматический расчет скоростей поверхностных течений океана по последовательности спутниковых изображений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.-2013.Т.10.-№2.-С.131-142.
4. Боярчук К.А. Дистанционный мониторинг обстановки окружающей среды вокруг атомных электростанций с космического аппаратов/ Боярчук К.А., Томанов М.В., Панфилова Е.И., Милосердова Л.В., Карелин А. В.,Пулинец С.А., Узун Д.//Геоматика.-М.,2013.-№1 (17).
5. Алексанин А.И., Еременко А.С. тропических циклонов по данным геостационарных метеорологических спутников // Исследование Земли из космоса. 2009. № 5. С. 22 – 31.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОБОТАНИЧЕСКИМИ И  
ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ДАННЫМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС GOOGLE MAPS И  
GOOGLE EARTH**

**К.Б. Шукова**

Научные руководители доцент О.С. Токарева, доцент Е.А. Мирошниченко  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В результате геоботанического изучения ландшафта местности накапливаются большие объемы текстовых, графических, а также пространственных данных. В связи с этим в последнее время наблюдается возрастающий интерес к ГИС-технологиям, как инструменту, позволяющему осуществлять картирование растительного покрова для мониторинга и оценки его состояния [1], составление ландшафтных и лесных карт, а также планов лесонасаждений, в том числе на основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса, 2D и 3D-моделирование ландшафта местности и пространственный анализ разнородных данных [2].

Имеющиеся аналогичные разработки TurboVEG, Juice и IBIS [3-4] не в полной мере удовлетворяют требованиям отдельных пользователей, и их доработка не представляется возможной из-за закрытого кода или использования устаревших технологий. В связи с этим для автоматизации процесса работы с большими объемами разнородных эколого-геоботанических пространственных данных, интеграции таких данных, полученных из различных источников, в единое информационное пространство, а также решения задач картографирования и моделирования с использованием ГИС-технологий была создана информационная система (ИС) для управления такими данными [5]. Функциональные возможности ИС обсуждались совместно с сотрудниками Института степи УрО РАН, г. Оренбург.

Для проектирования информационной системы использован нисходящий метод функционального моделирования в нотации IDEF0, для формирования структуры концептуальной модели данных – объектный подход, для интеграции разнородных данных – метод распространения данных, для реализации системы – методы объектно-ориентированного программирования. При разработке ИС использованы современные технологии, такие как языки программирования C#, JavaScript, HTML и CSS, СУБД – MS SQL Server 2008, технология доступа к данным – ADO.NET, среда проектирования физической и логической модели БД – Toad Data Modeler 5.2, платформа – .NET Framework 4.5.

Исследованы эколого-климатическая и геоботаническая области знаний с позиции информационного обеспечения деятельности этих сфер. На этапе проектирования БД информационной системы определены взаимосвязи и семантика между геоботаническими объектами, а также выявлены типовые структуры в их описании. Разработанная БД содержит 41 таблицу, среди которых 22 справочника. Справочники предназначены для хранения часто вводимых названий, что облегчает работу пользователей и позволяет избежать разночтений при дальнейшем анализе данных. БД позволяет хранить не только эколого-геоботанические, но и пространственные характеристики объектов.

В развитие описанной выше ИС для хранения геометрии пространственных объектов и географических координат использованы типы данных – geometry и geography, поддерживаемые в выбранной СУБД.

Разработанная ИС включает следующие основные подсистемы: сбор, обработка и загрузка данных; управление данными; формирование отчетности;



визуализация данных; резервное копирование; картографирование. В подсистеме картографирования интегрированы ГИС Google Earth и Google Maps. ИС обладает клиент-серверной архитектурой под управлением реляционной БД. Она предоставляет следующие функциональные возможности: импорт/экспорт данных из GPS-файлов и MS Excel в БД; функции управления эколого-геоботаническими и пространственными данными; многопользовательский доступ к данным; генерация отчетов в формате MS Word и Excel; валидация данных; резервное копирование БД; создание меток, 2D и 3D-моделей местности, смешанных геометрических слоев (полигональных, точечных, полилинейных), тематических карт, путей, маршрутов наземных исследований на картах Google Earth и Google Maps с сохранением в БД. Поддержка многопользовательского доступа к БД обеспечивает параллелизм работы и целостность данных.

В данной работе предложен принцип интеграции пространственных данных с эколого-геоботанической информацией, а также взаимодействия системы информационного обеспечения с ГИС Google Earth и Google Maps посредством разработки алгоритма локального геосервера. На рис. 1 представлена схема взаимодействия ИС с ГИС Google Earth и Google Maps.



Рисунок 1 – Схема взаимодействия ИС с ГИС Google Earth и Google Maps

Взаимодействие клиента с веб-сервером Google Earth осуществляется посредством передачи HTTP-запросов и ответов локальному геосерверу, который обеспечивает коммуникацию между клиентом и веб-сервисом Google Earth и Google Maps. На данный момент система находится в тестовой эксплуатации в Институте степи УрО РАН.

#### Литература

1. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 304 с.
2. Попов С.Ю. Геоинформационные системы и пространственный анализ данных в науке о лесе. – Санкт Петербург: Интермедия, 2013. – 400 с.
3. Hennekens M. Stephan, Schaminee H.J. Joop. TurboVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data // Journal of Vegetation Science. – 2011. – V. 12. – P. 589-591.
4. Lubomír Tichý. Juice, software for vegetation classification // Journal of Vegetation Science. – 2002. – V. 13. – P. 451-453.
5. Shchukova K.B. Information system for maintaining a database of geobotanical descriptions while studying a landscape // IOP Conference Series: Materials and Engineering. – 2015. – V. 93. – P. 2-5

## Секция 10

## ENVIRONMENTAL ISSUES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

## PETROCHEMICAL INDUSTRY AS A SOURCE OF PARTICULAR MATTER AND THEIR INFLUENCE ON HUMAN HEALTH

E.I. Aleynikova, T.S. Shakhova

Scientific advisors associate professor A.V. Talovskaya, associate professor I.A. Matveenko

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Nowadays, there is a serious problem of anthropogenic pollution. The air is exposed to petrochemical industry effect that is the one of the main sources of the aerosol pollution. This type of plants produces various solid particles that are emitted into the atmosphere and cause environmental problems and human diseases. Aerosols provide climate changes and transform chemical and physics properties of the air. There are many research works that give us reasons to control the quality of the air, to protect people from negative influence of aerosol pollution.

Aerosols are formations of tiny particles which are contained in gases [2]. There are many kinds of aerosols with different composition, size and shape of particles. They can exist as a stable suspension for a long time and are little influenced by gravity force. Particle clouds can change their properties while moving: new particles can form, and existing particles can grow or shrink. These processes influence their behavior and stability. Measure of particles is determined by total suspended particles (TSP) [3]. There are two types of particulate matter - fine (PM<sub>2.5</sub>) and coarse (PM<sub>10-2.5</sub>). These particles have a negative impact on human health. Coarse particles with the diameter of more than 10 mm do not pose a danger, because they can be expelled from nasal-pharyngeal organs. On the contrary, fine particles are able to penetrate deeply into the lungs and adversely affect human health.

There are two types of aerosol particles source: natural and anthropogenic [6]. The goal of the paper is to consider the second type, i.e. the anthropogenic source. Of course, there are particle concentration limits which regulate air emissions [2]. Nevertheless, densely populated areas usually suffer from air pollution which is in particular caused by petrochemical and refinery industries. The content of certain elements in the air provokes many human diseases such as lung cancer, heart diseases, acute respiratory infections, and chronic bronchitis, asthmatic attacks, etc [3]. There is a special classification of risks induced by particular matter. They are divided into carcinogenic and non-carcinogenic risks. The carcinogenic risk is a hazard of development of any type of cancer. The acceptable or tolerable risk is  $1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4}$ . The non-carcinogenic effects are of no significance if HI (Hazard Index) is below one chemical. There is a list of the carcinogenic elements made by IARC (International Agency for Research on Cancer) that includes As, Be, Ca, Cr, Ni, Ra, etc [1].

Government should control the atmospheric emission and it does in the some countries, such as Europe and North America [5]. Unfortunately, such a situation is not everywhere, and air condition of many countries is out of control. Research works show that the most common elements in PM of petrochemical industry are Zn, Pb, Cd, Co, As, Cu, Cr, Ni, Mn [3, 5]. China is one of the countries which is contaminated by air particulates [3]. For example, in Nanjing, capital of Jiangsu Province, this kind of industry causes an increase of toxic elements in aerosols. The health of local population is in risk,

because people can contact with harmful elements by inhalation, dermal contact and ingestion. Children are more sensitive for toxic metals than adults, because aerosols particles can easy penetrate into their organism through hand-to-mouth activities [4]. Besides, their digestion system has a high rate of absorption.

In the research air samples from two areas of Nanjing – Gulou (center district) and Pukou (suburb) were used [3]. The research shows that the average mass concentration of PM 2.5 to TSP in Gulou is 0.61, while in Pukou this concentration is 0.50. The most common elements in TSP and PM2.5 are Zn, Pb, Mn and Cu. The carcinogenic risks of As, Cd, Co, Cr, Ni by inhalation exposure have an acceptable value for children ( $< 1 \times 10^{-4}$ ). The HQ (Hazard Quotient) values for Mn in TSP and Co in PM2.5 are beyond the safe level ( $=1$ ), therefore, children are under non-carcinogenic risk via inhalation exposure. The carcinogenic risks from dermal contact with As, Cr and Pb in both TSP and PM2.5 are within the acceptable level ( $< 1 \times 10^{-4}$ ). However, some elements, such as Cr may cause non-carcinogenic risks to children, because HI values for TSP and PM2.5 are higher than the save level ( $=1$ ). Health risk via ingestion exposure posed by As and Cr to TSP and PM2.5 is acceptable for children. The non-carcinogenic risks of Pb, As and Co from PM2.5 are higher than them from TSP.

Anthropogenic activity always influences the environment and the human health. Aerosol pollution in Nanjing proves it and there are many other examples around the world. Government should pay more attention to this problem and try to regulate atmospheric emission.

#### References

1. Charles S. Dela Cruz, Lynn T. Tanoue, Richard A. Matthay Lung Cancer: Epidemiology, Etiology, and Prevention // Clinics in Chest Medicine. - 2011. - №32. - pp. 605-644. doi:10.1016/j.ccm.2011.09.001
2. G.M. Hidy Aerosols // Encyclopedia of Physical Science and Technology . - Placitas, New Mexico: 2003. - pp. 273-299. doi:10.1016/B0-12-227410-5/00014-4
3. Xin Hu, Yun Zhang, Zhuhong Dingb, Tijian Wang, Hongzhen Liana, Yuanyuan Sund, Jichun Wud Bioaccessibility and health risk of arsenic and heavy metals (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn and Mn) in TSP and PM2.5 in Nanjing, China // Atmospheric Environment. - 2012. - №57. - pp. 146-152. doi:10.1016/j.atmosenv.2012.04.056
4. Huiming Li, Xin Qian, Wei Hu, Yulei Wang, Hailong Gao Chemical speciation and human health risk of trace metals in urban street dusts from a metropolitan city, Nanjing, SE China // Science Of The Total Environment. - 2013. - №456-457. - pp. 212-221.
5. Sánchez de la Campa A.M., Moreno T., de la Rosac J., Alastuey A., Querolb X. Size distribution and chemical composition of metalliferous stack emissions in the San Roque petroleum refinery complex, southern Spain // The Journal of Hazardous Materials. - 2011. - №190. - pp. 713-722. doi:10.1016/j.jhazmat.2011.03.104
6. Talovskaya A.V., Filimonenko E.A., Yazikov E.G., Nadeina L.V. Contamination monitoring of snow cover in the vicinity of Tomsk petrochemical plant // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. - 2014 - Vol. 9292, Article number 929236. - 6 pages. doi: 10.1117/12.2075597

**UNDERWATER CONTAMINATION BY PETROLEUM EXPLOITATION AND DISPOSAL  
METHODS OF HAZARDOUS SUBSTANCES AT DRILLING**

**V.V. Antipiev, L.A. Ushakov**

Scientific advisors assistant B.R. Soktoev, senior teacher I.E. Rymanova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

In a modern world there is a problem of underground water contamination, which can be classified as storage tanks and petroleum exploitation, septic systems, uncontrolled hazardous waste, landfills, chemicals and road salts, atmospheric contaminants. In our article we consider underground water contamination caused by petroleum exploitation. Nationally, the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) has fixed that there have been over 400,000 confirmed releases of petroleum-based fuels from leaking underground storage tanks. Gasoline, oil, road salts and chemicals which get into the groundwater cause contamination and it becomes often unsafe for human use. One interesting property of gasoline is that it is less dense than water, and so it tends to float on top of the water table[1].

It is important to note that old oil, gas, and water wells serve as conduits for contamination of the aquifers being improperly drilled or cased, or when the casing has been corroded. Also, improperly completed and abandoned water wells allow direct accessing from the surface to groundwater for contaminants such as pesticides, or they may facilitate the pipeline blending of groundwater from one aquifer to another. Additionally, they can be hazards to humans and livestock. [2] Nowadays, many of the older fields produce small amounts of oil and gas but enormous amounts of brine. Brine refers to saline ground waters, usually high in total dissolved solids (normally 50,000 ppm chloride), which are associated with oil and gas below ground. When drilling, huge volumes of brine are produced and then pumped to the surface. The particular produced brine is one of the principal pollutants of the aquifers. Many wells may yield a small amount of brine at the beginning of the process, and it may be increased during the time. Other wells yield large quantities of saline water initially. Wells usually produce more brine as the time passed.

Initially, shallow unlined surface disposal pits were constructed and salt water was pumped directly into them for evaporation (Figure 1).

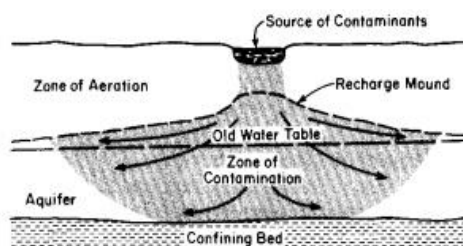


Figure 1 – Percolation of Contaminants From a Disposal Pit to a Water-Table Aquifer  
(U.S. Environmental Agency, 1977; After Deutsch, M., 1963)

Later, some of these pits were lined to reduce the possibility of brine seepage to ground water. Originally, salts were thought to disappear in the atmosphere. However, it was later found that only fresh-water vapors were evaporated and salts and minerals remained. There is another method of brine disposal with the advent of the no-pit order. Then brines were disposed in special injection wells constructed specifically for that purpose or reinjected into producing zones during water-flooding operations. These wells

are very expensive and occasionally several operators will join together in constructing a disposal well. If the well is located at a distance from a producing lease, the brine must be trucked. During this time, there are dangers of accidental spills and/or midnight dumping incidents. Table 1 presents the lists of typical compositions of an oil field brine. In addition to the elements listed above, there are other potential ground-water contaminants which are inherent in oil and gas exploration and development activities. They include oil and gas, drilling fluids, chemicals used in wells, other additives, and corrosion inhibitors. Various additive chemicals such as barium sulfate are found in drilling fluids. Numerous acids are used in fracturing producing zones to improve permeability, e.g. hydrochloric, nitric, sulfuric, hydrofluoric, formic, and acetic. Corrosive inhibitors also contain arsenic compounds. Certain oils contain mercury in concentrations exceeding the recommended SEIt standards for drinking water. All of the above constituents have the potential to contaminate ground water when spilled on the surface, leaked to ground water or moved into fresh-water aquifers via interaquifer exchange[3].

The most serious problem of contamination is hydraulic fracturing, which is a method of intensifying the work of oil and gas wells and increases the intake capacity of injection wells. The method consists of creating high-conductive cracks in the target reservoir for the inflow of produced fluid (gas, water, condensate, oil or a mixture) on the bottom of the well. This finding is based on numerous documented instances of contamination in the drinking water wells of homes near hydrofracking drill sites, including the famous video of a homeowner igniting the water pouring from a tap with high concentration of dissolved natural gas. So-called “fracking fluid”, being hazardous water laced with a range of toxic chemicals, including known carcinogens, and sand, is injected down the well under high pressure. This fluid then spreads out along the horizontal bore and fractures the shale, releasing the trapped natural gas or oil. The resulting mixture is then returned to the surface via the vertical shaft. The gas or oil is separated, leaving millions of gallons of contaminated water for each well.

Table 1

*Range of Constituents Found in a Typical Oil Field Brine, in ppm*

Element	Range, ppm	
Sodium	12000 to	150000
Potassium	30 to	4000
Lithium	1 to	50
Rubidium	0,1 to	7
Cesium	0,01 to	3
Calcium	1000 to	120000
Magnesium	500 to	25000
Strontium	5 to	5000
Barium	0 to	1000
Chloride	20000 to	250000
Bromine	50 to	5000
Iodine	1 to	300

Disposal methods of hazardous substances at drilling: mechanical, physico-chemical, microbiologic, agronomical. In conclusion, the problems of underground water contamination were considered and the disposal methods of hazardous substances, e.g. brine disposal into gullies and streams, brine evaporation pits, then special injection wells construction were analyzed and described.



References

1. Pollution of Groundwater: research paper. – Access mode: <http://www.waterencyclopedia.com/Oc-Po/Pollution-of-Groundwater.html>, free. Caption of title screen (date of review 20.10.2015)
2. Groundwater aquifers: research paper. - Texas Environmental Almanac, Chapter 2, Water Quality, Page 7. – Access mode: <http://www.texascenter.org/almanac/QUALITYCH2P7.HTML>, free. Caption of title screen (date of review 22.10.2015)
3. Ground-water quality of Texas-an overview of natural and man-affected conditions: research paper. – Texas water commission. - Access mode: [http://www.twdb.texas.gov/publications/reports/other\\_reports/doc/miscreport89-01/R89-01.pdf](http://www.twdb.texas.gov/publications/reports/other_reports/doc/miscreport89-01/R89-01.pdf), free. Caption of title screen (date of review 21.10.2015)
4. Scientific study confirms groundwater contamination by hydraulic fracturing: research paper. – Access mode: <http://www.wsws.org/en/articles/2013/07/09/frac-j09.html>, free. Caption of title screen (date of review 20.10.2015)

**ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITIES OF SAKHALIN ENERGY IN OFFSHORE FIELD DEVELOPMENT AND EXPLORATION**

**M.A. Bogdanov**

Scientific advisor associate professor A.B. Strelnikova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Today, many onshore fields being depleted, the offshore petroleum projects are intensively implemented. Among most well-known projects are Sakhalin-1 (implemented by Exxon Neftegas Limited) and Sakhalin-2 (Sakhalin Energy).

The topicality of this paper is undisputable as environmental impact of petroleum production is among the crucial issues faced by oil and gas industry today. Sakhalin Energy implements its project with due regard for environmental sensitivities and the company itself is considered to be working on one of the most eco-friendly projects in Russia of the current time. Therefore, the experience of Sakhalin Energy in this sphere can be regarded as a model. The fundamental environmental strategies of the company being overviewed and analyzed, it is possible to identify the key factors providing mitigation of the negative environmental impacts.

In 2014, Sakhalin Energy was ranked second in the Russian Federation's first Environmental Responsibility Rating of Oil and Gas Companies. The company was recognized as the winner in two categories of the rating out of three: environmental management and information disclosure/transparency. The rating was launched by the World Wildlife Fund (WWF) of the Russian Federation and CREON Energy, the provider of advisory services to the fuel and energy industries, with the participation of the National Rating Agency [3]. The rating is aimed at promoting the efficient use of hydrocarbon resources, environmental protection, and socially responsible business administration. In total, 19 companies with leading positions in terms of the oil and natural gas production volume (over 1.5 million tonnes per year) took part in the Rating.

Sakhalin Energy exercises industrial environmental control of its assets to ensure the compliance with legislation on environmental protection, to observe established environmental regulations, and to provide the rational use of natural resources and fulfilment of the plans for minimizing the environmental impact [2].

The company exercises industrial environmental control in the following areas: air emissions control, water use and discharge control and waste management control. The company has developed and is implementing the Air Emissions and Energy Management Standard, Water Use Standard and Waste Management Standard.

Sakhalin Energy seeks to minimize environmental impact from air emissions. In order to reduce its emissions, Sakhalin Energy uses gas turbines equipped with low-NOx burners. A system of additional gas supply is used on flaring units to increase the gas turbulence, which facilitates the gas flaring in a soot-free mode. The company uses diesel fuel tanks equipped with fuel vapour recirculation system nozzles connecting the tank with the tanker. This leads to the reduction of volatile hydrocarbon emissions by 90% during the refuelling operations. In 2014, the total gross emissions decreased by 8% compared to 2013. This is primarily due to decreased volume of gas flared at the LNG Plant flare units and optimized use of HVAC systems at pipeline assets.

The company strives to reduce water consumption for production purposes and to minimize the environmental impact from wastewater discharge. In 2014, the total water intake level remained the same as in the previous year. The 2014 water intake limits were not exceeded by any of the units. In general, water disposal has reduced by 4%, mainly by the reduced utilisation of cooling water for equipment on the offshore platforms and decreased rainwater runoffs at the OPF during autumn. Environmental monitoring conducted in 2014 in the locations of Sakhalin Energy's production assets revealed no negative impact on water bodies.

In waste management, Sakhalin Energy is guided by the following principles: reducing the volume of generated waste and minimize the adverse environmental impact caused by waste; transferring hazard classes I-III waste to specialized organizations for recycling, reuse, and neutralization; disposing of hazard classes IV-V waste at municipal landfills arranged in accordance with the RF legislation and international provisions; and seeking economically efficient methods of recycling hazard classes IV-V waste in order to reduce the share of waste disposed of at municipal landfills. The company's main volume of waste is low-risk hazardous (hazard classes IV and V), which mainly consists of drilling waste and solid domestic waste [1].

Sakhalin Energy is committed to using materials and energy efficiently in providing products and services. To fulfil its commitment, the company implements the methods of efficient and lean production. The company's assets were built based on modern technologies and state-of-the-art oil and gas industry solutions. All the production assets have their own autonomous power supply sources. Process equipment, boiler units, and power plants run on gas. Diesel fuel is used only for assets standby power supply. Fuel with low sulphur content is preferred. The Yuzhno-Sakhalinsk and Korsakov infrastructure assets are power-supplied from the municipal electrical networks but generate their own energy for heat supply. The total energy consumption by Sakhalin Energy's assets amounted to 58.45 million GJ, of which 56.59 million GJ were generated from produced natural gas and 1.86 million GJ from purchased diesel fuel. 0.12 million GJ of electric power were purchased [4].

The company strives to reduce associated gas flaring volumes to the absolute minimum. Associated gas produced at PA-A, PA-B, and LUN-A platforms is transported via offshore pipelines to the onshore terminals. A part of the associated gas is used as fuel for production assets. Currently, the company does not re-inject associated gas into the reservoir. The actual associated gas utilization in 2014 was 94.9%. In order to minimize the gas flaring volumes, the company is constantly taking steps to minimize the consequences of unplanned shutdowns of production equipment.

For compliance with the requirements of the international and RF legislation, Sakhalin Energy performs environmental activities. Operating expenses for the environmental activities performed in 2014 amounted to RUB 4,440,886 thousand. The company's activities are regularly overseen by the federal and regional authorities, and in 2014, no significant violations of the environmental legislation resulting in a negative impact on the environment were identified.

In conclusion, the main trends in ensuring environmental safety by Sakhalin Energy comprise the control over air emissions, water use and discharge, as well as waste management. The standards develop by the company can be used as guidelines by other oil and gas enterprises operating on the territory of the RF.

#### References

1. Predlozheniya i zamechaniya k proektu GOSTa «Okhrana prirody. Gidrosfera. Pravila obrashcheniya s otkhodami bureniya i neftegazodobychi pri osvoenii morskikh mestorozhdeniy uglevodorodov». TINRO-Center, 1999.
2. Project "Sakhalin-2": experience of international company [Electronic resource]. URL: [www.wwf.ru/data/news/9056/prezentatsiya\\_bwn\\_training.pdf](http://www.wwf.ru/data/news/9056/prezentatsiya_bwn_training.pdf) (date of reference: 10.10.2015).
3. Sakhalin-2 [Electronic resource]. URL: <http://www.gazpromexport.ru/projects/2> (date of reference: 02.10.2015).
4. Sakhalin Energy. Sustainable development report [Electronic resource]. URL: [http://www.sakhalinenergy.com/media/user/otchety/sakhalin-2014\\_eng\\_28-05.pdf](http://www.sakhalinenergy.com/media/user/otchety/sakhalin-2014_eng_28-05.pdf) (date of reference: 13.10.2015)

#### ENVIRONMENTAL ISSUES IN MARINE OIL PIPELINE ENGINEERING

E.O. Bocharov

Scientific advisors associate professor T.V. Korotchenko, associate professor A.B. Strelnikova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

The main focus of the current study is a thorough analysis of ecological issues related to oil marine transportation. Precisely, it examines the ecological risks that can easily occur during oil transportation.

Most oil fields are located far from the place of refining, i.e. refineries, and loading terminals or stations. Due to its fast and economic delivery, «black gold» is essential for the prosperity of the petroleum industry.

It is a commonly agreed fact that pipeline is the cheapest and the most environmentally safety way of oil transportation. It can be stated that transportation of oil through pipelines is a continuous and rather reliable process [1]. Oil moves inside at 3 m/s under due to pressure gradient maintained by pumps located in pump stations throughout the pipeline system. It is possible to lay pipeline on the seabed. It is obvious that it is rather complicated task in terms of technical support and financial costs. Underwater pipelines are usually used for oil transportation within a single oil complex. As oil pipelines are long-term projects, expensive to construct, and have fixed routes to follow, there is an alternative – transportation with vessels or tankers. Therefore, today offshore oil can be transported not only by marine pipelines, but also by various vessels or tankers. It is necessary to examine both ways of oil transportation and estimate the relevant environmental risks.

Transporting petroleum fluids with tankers has a long history. Peter I approved the first instruction on the transportation of Russian oil by ships or tankers on the Caspian Sea and Volga River in 1725.

In course of time due to increased demand for oil and oil products, exploration and production of oil in the offshore regions intensified, which, in its turn, inevitably led to the rise in the number of accidents and emergency situations. Today, it is possible to state that transporting oil with vessels or tankers poses potential risks to the environment, public health and safety.

Offshore oil is transported by tankers - vessels of enormous size, which transport petroleum within special tanks (compartments). Oil and oil products are loaded to the tankers in specially-equipped loading stations located on the coast. The loading process is facilitated by ship pumps and pipelines of small diameters installed in tanks and along the deck.

The main risk related to this type of transportation is the possibility to damage the facilities, which can result in oil spill [3]. The most vivid example is the accident with vessel «Prestige», i.e. a single-hull tanker registered under Bahamian flag. The accident led to the largest environment disaster on the European coast. The ship capsized during violent storm in its way through the Bay of Biscay on 13<sup>th</sup> of November, 2002. In result, 35-length crack was formed on its hull. After that, there was a leak about 1000 tons of oil per day. Spanish coastal authorities denied towing the vessel into the nearest port from the accident site. The attempt was made to tow the vessel to the nearest Portuguese ports; however, Portugal banned the entry of a “disaster” tanker in its waters. Disaster vessel was towed to the sea.

On November 19, 2002 the vessel split into two parts and sank at 210 km from Galicia coasts. It remained laid at the depth about 3700 meters. In result, more than 20 million gallons of oil it were spilled into the sea. Oil stain stretched at thousand kilometers near the coast line doing terrible damage to marine animals and coast fauna, as well as to the local fishing industry.

This oil spill was the most large-scale environmental disaster during all Spanish and Western Europe history. In response to this accident, on December 20, 2002 European Commission banned the transportation of heavy oil by single-hull tankers. A project to bring into service double-hull tankers was offered. This project is currently being actively implemented.

Besides, a number of preventive measures were proposed: vessels must move at a safe distance from each other and from coastline providing special transport corridors for oil tankers; construction of special ports – shelters which must be available for safety evacuation of average tankers; provision of fast exchange of information between vessels' captains and shore services.

In Russia, this problem is very urgent too; however, the main reason for numerous tanker accidents is old equipment. Many vessels which are used for transportation of oil products down the river Volga have been operated for more than 20 years. Besides, large concentration of carriers at certain routes could contribute to a chain reaction at alert condition. Crude oil transportation from the Caspian Sea to other places is less risky endeavor. Most vessels are 10-20 years old. However, the level they are maintained is much lower than that of international ones.

Great Russian scientist D.I. Mendeleev proposed an idea of using pipeline for oil and oil products. He introduced the main principles of pipeline construction and provided the arguments in favor of this type of oil transport.

Pipeline intended for transportation of liquid hydrocarbons by sea is referred to pipeline engineering; precisely, it is referred to main pipeline which is laid at the sea bottom.

This type of pipeline is very prone to mechanical damage which can happen for many reasons. It can be mechanical damage caused by ship anchors and trawl-fishing vessels. Besides, waves and currents can cause the erosion of soil under pipeline, which, in its turn, results in distortion or sag of pipe sections, pipeline vibrations and endurance failure, corrosion damage. To prevent such damage, offshore pipelines are usually submerged into the ground. The burial depth depends on the specific geological conditions of the construction area.

To protect offshore pipelines from damage in the coastal zone or approach area, technology of rock placement, also termed as rock dumping, is most commonly used. Stone dumping is carried out from barges with fall pipes and vibrators. The ships are often used with rigid deck where the bulldozer resets stones. The accuracy of such dumping is rather low.

Another technology is so-called pipe-in-pipe solution [2] which is used for arresting the propagation of a buckle. In addition, such a solution ensures that the temperature of the oil remains as constant as possible.

In conclusion, it can be stated that despite all the safety precautions, new engineering solutions and environmental standards and regulations, accidents still happen. Therefore, the question of the environmental problems related to marine oil transport remains open.

#### References

1. Guo B, Song Sh., Ghalambor A. Petroleum Production Engineering: A Computer-Assisted Approach. – New York: Elsevier. 2007. 282 p.
2. Guo B. Offshore Pipelines. - New York: GPP. 2005. 281 p.
3. Ruiz-Vanoye J. A., Loranca B.B., et al A Survey of Transportation Problems. Journal of Applied Mathematics. 2014(3).

#### **THE PROCESS OF SUFFUSION ON TOMSK ROADS**

**A.V. Dementjeva**

Scientific advisors professor E.G. Yazikov, associate professor T.V. Korotchenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

It is a common place to come across with unexpected potholes on the roads of Tomsk, even on the central streets such as Lenin Street and Frunze Street. There are some cases when cars and trucks may even fall down into these holes. These days such events are not extraordinary for local people. People are used to blaming road workers and the authorities claiming that they do not follow the rules and regulations of road building. They also criticize the local councils for doing nothing to keep under control the conditions of city roads. However, it should be stated that potholes on the roads are not always caused by negligence. Sometimes, it is suffusion that becomes the main reason. The suffusion is a widespread exogenous geological phenomenon. Therefore, the formation of suffusion potholes presents an urgent problem not only for people living in Tomsk but also in other regions of the Russian Federation. That's why, it is necessary to



find appropriate solutions to this problem in order to avoid financial damage and threat to human lives.

The aim of the present study is to identify their influence of the suffusion processes on the road covering in Tomsk. Achieving the above aim it is need to reach the following objectives:

1. to examine the data on suffusion;
2. to find out in which districts of Tomsk the suffusion phenomenon is more common
3. to propose the ways to reduce the impact of this process

It has been revealed that potholes on the roads of Tomsk are basically formed due to suffusion. Suffusion is a geological hazard caused by groundwater flow. Suffusional failures (leaching, piping, underground erosion) of soils or rocks cemented by soluble material are well known throughout the world. The process results in a range of phenomena: weakened zones, caves and voids, subsidence hollows, collapse sinks, swallow holes, landslides, and sand volcanoes. In extreme cases, buildings and structures may be damaged. [3]. Removing the layers of clay and sand gradually reduces the volume of the hard layers, which in its turn, leads to the collapse of the Earth's crust. Water which penetrates from the sandy and sandy-clay strata in the underlying limestone karst carries out a lot of sand and clay into the karst cavities. Such a removal is especially intensive in the breakout of the aquifer saturating sand in the underlying limestone karst cavities [1]. At the same time, the aqueous sand is sucked down, and a pothole forms on the surface of the ground. Undulating water flow through the rock may cause its erosion. It means that water moves through sufficiently large cavities and channels leading to a backwash formation, which in its turn, often results in breakdown of weakly bound particles of the rock. The most intensive processes of suffusion occur in thin and fine-grained sand, loess and loam soils. In more dense clay rocks, suffusion processes are more rare case, with cutout beginning in cracks. The problem is also complicated further by the fact that the asphalt coat hides the effects of suffusion as long as it fails. There were cases when cars and even trucks fell into formed sink holes.

The main conditions for the formation of mechanical suffusion are as follows:

- 1) The heterogeneity of soil grading estimated by the proposed by L.V. Peredelsky heterogeneity factor and is not considered suffusion.
- 2) The critical value of the hydraulic gradient of the water flow under which slow filtering without elution of fine particles occurs.
- 3) The presence of the conditions for the removal of fine particles to the surface at the base of the slopes and various sinks [2].

In natural environment, mechanical suffusion processes usually develop very slowly. However, due to some man-made factors, such as breakthrough canalization, suffusion process develops much faster, thereby reducing the resistance of the road surface, which leads to the formation of craters and pits [5].

Suffusion processes are particularly common in the city of Tomsk. Tomsk is a city that is located in the south-east of Western Siberia Plain where flat and highly swamp areas prevail. The following basic suffusion-prone areas were identified in Tomsk: Kirovskii district, as well as the Leninskii district along Lenin Street.

The numerous attempts of road workers to solve the problem on their own result in new forms of suffusion processes. The fact is that builders often try to eliminate only the external displays of the destructive processes - suffusion funnels. In most cases, they try to deal with the consequences of suffusion by means of the so-called "patching". Suffusion funnels are filled with gravel and bricks, and then they are concreted and closed with the

"patches" of newly made asphalt. However, new holes inevitably developing place of the recently laid patches. This is due to the fact that the road surface destruction originates not on the surface, but much deeper - under the ground. Suffusion drawdowns are often observed near the storm water drains as there is a significant increase in the speed of groundwater flow filtration, which in its turn, corresponds to silt removal intensification.

To prevent the consequences of suffusion, it is required to conduct activities aimed at reducing or stopping the flow of water in the soil, as well as decreasing the flow rate. For these purposes, a great variety of methods are used. The analysis of Tomsk flooding areas is one of these methods which can allow identifying the most dangerous areas of possible pothole and failure formation.

#### References

1. Ganzhary N.F. Geologiya s osnovami geomorfologii. - M.:INFRA-M, 2015. 207 p.
2. Natural Processes and Human Impacts: Interactions between Humanity and the Environment [Electronic Resource] – Access mode URL: [https://books.google.ru/books?id=mX36xOSs-nAC&pg=PA33&lpg=PA33&dq=the+problems+cause+by+suffusion&source=bl&ots=zN4xjg-\\_Ty&sig=uKAm4ZL9NI8Bf7\\_JKVodsIlzBH8&hl=ru&sa=X&ved=0CDgQ6AEwA2oVC hMI-umM4fHayAIVqbNyCh11BgVY#v=onepage&q=the%20problems%20cause%20by%20suffusion&f=false](https://books.google.ru/books?id=mX36xOSs-nAC&pg=PA33&lpg=PA33&dq=the+problems+cause+by+suffusion&source=bl&ots=zN4xjg-_Ty&sig=uKAm4ZL9NI8Bf7_JKVodsIlzBH8&hl=ru&sa=X&ved=0CDgQ6AEwA2oVC hMI-umM4fHayAIVqbNyCh11BgVY#v=onepage&q=the%20problems%20cause%20by%20suffusion&f=false)
3. Suffusion hazard: Today's and tomorrow's problem for cities. [Electronic Resource] – Access mode URL: [http://iaeg2006.geolsoc.org.uk/cd/PAPERS/IAEG\\_577.PDF](http://iaeg2006.geolsoc.org.uk/cd/PAPERS/IAEG_577.PDF)
4. Zakonomernosti i prognoz suffuzionnykh protsessov. – M.: GEOS, 2003. – 216 p.
5. Zhukov M.M., Slavin V.I., Dunaeva N.N. Osnovy geologii.- M.: ID Al'yans, 2011.-544p.

#### INDUSTRIAL POLLUTION

S.E. Fadeev

Scientific advisor associate professor R.N. Abramova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

At all stages of its development man was closely connected with the outside world. But with an advent of industrial society dangerous human interference in nature has increased dramatically. Nowadays, industrial pollution threatens to become a global threat to humanity. Earlier factories were small and didn't produce so much smoke and pollution, but with the increase of human needs their number and size began to grow causing significant environmental pollution. With the development of technologically-developed factories into full-scale industries and manufacturing units, the problem of industrial pollution started to be of great importance.

There are a lot of different factors which cause industrial pollution. The most important are the following:

1. Unplanned industrial growth – in most industrial townships unplanned growth took place due to the fact that companies violated the rules and regulations, and polluted both water and air.

2. Use of outdated technologies – many companies continue to use outdated technologies to reduce cost and expenditure. It generates high amount of waste and pollution.

3. Lack of policies to combat pollution – absence of effective policies to combat pollution allows the companies to bypass the laws and regulations established by the state. This leads to the disruption of production technology and, consequently, to the contamination of the ecological environment

4. Inefficient waste disposal – most companies do not want to spend their money on waste disposal. And this causes a lot of environmental problems. Water pollution and soil pollution are often caused directly due to inefficiency of waste disposal. Factories produce a lot of CO<sub>2</sub> that from burning solid waste, with exhaust and industrial emissions. Long-term exposure to polluted air and water causes chronic health problems like respiratory disorders, making the issue of industrial pollution a severe problem.

5. Leaching resources from our natural world – industry requires a large amount of raw materials for production. They take these resources from beneath the earth. The extracted minerals can cause soil pollution (oil spilling on the earth or water), air pollution (different gases pollute atmosphere) that may prove harmful for marine or terrestrial life.

Industrial pollution contaminates air, water and soil all over the world. Major environmental disasters were caused by industrial pollution such as the well-known oil spill in the Gulf of Mexico, which occurred in 2010 and the explosion at the nuclear power plant in Chernobyl in 1986. Factories and facilities produce many things that we need, but they destroy our environment by causing a bad effect on our planet. So, what are these effects? Maybe we should mention only the two most drastic effects:

*Wildlife Extinction* Huge ecosystem are destroyed because of pollution, it causes their natural rhythms and patterns to fail. People are destroying forests and draining swamps to build factories, which leads to the extinction of species, loss of habitats. Environmental disasters such as oil spills, fires, leak of radioactive materials cause great damage to environment. And it's very hard for nature to recover contaminated and destroyed places.

*Global Warming* is a big problem which bothers now many people around the world. It is caused by the emission of large amounts of carbon dioxide into the atmosphere. Smoke and greenhouse gases are being released by industries into the air which cause an increase in global warming. Melting of glaciers, tsunamis, hurricanes and floods are also effects of this phenomenon.

The issue of industry pollution concerns all humanity. We should develop our technologies to reduce the pollution of our planet by industrial waste. Recycling is the best way to destroy the dangerous waste from factories. Organic methods are being used to clean the water and soil by using microbes. However, it will take a long time manage industrial pollution control, but people are trying to solve this problem: "we are thinking and are beginning to act.

#### References

1. Diamond R 1979 Preventing pollution / ed. A P Tsygankov/ Moscow Stroyizdat. p 172.
2. Malakhov V 1997 Thermal pollution industry: Analytical review Ecology 44. p 64-67.
3. Causes-effects of Industrial pollution [Electronic resource] <http://www.conserve-energy-future.com/causes-effects-of-industrial-pollution>.

**OIL SPILL AND ECOLOGICAL CONSEQUENCES EVALUATION DURING SHIPWRECK OF TORREY CANYON**

**A.V. Fedorov, F.A. Gasanov, F.R. Abduragimov**

Scientific advisors assistant B.R. Soktoev, senior lecturer I.E. Rymanova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

An oil spill is a serious hazard for a natural ecosystem. For the period from 1970 to 2015 the largest oil spills occurred in the world, among them Fergana Valley, 1992 (Uzbekistan), Gulf War, 1991 (Kuwait), Atlantic Empress 1979 (Trinidad and Tobago) Deep-water Horizon 2010 (USA). In article we consider the Torrey Canyon oil spill.

The Torrey Canyon oil spill on the southwest coast of the United Kingdom in the spring of 1967 is one of the world's most serious oil spills. It is estimated about 32 million gallons of spilled crude oil

The wreck ship of the SS Torrey Canyon affected hundreds of miles of coastline in the United Kingdom, France, Guernsey, and Spain [1].

At the time it was the biggest oil spill ever, and the first one involving a new generation of supertankers. And no one knew what to do. But the Torrey Canyon disaster is not just a history lesson; it is evident (living) proof that big oil spills effect ecosystems for decades. Forty-three years on, the crude oil from the Torrey Canyon is still killing flora and fauna in the sea.

About 50 miles (80 km) of French and 120 miles (190 km) of Cornish coast were polluted. Around 15,000 sea birds were killed, along with huge numbers of marine organisms, before the 270 square miles (700 km<sup>2</sup>) of slick was removed. Much more damage was caused by harmful detergents to break up the slick, which were first-generation variants of products originally prepared to clean surfaces in ships' engine-rooms, without taking into account the toxicity of their components.

The disaster led to many changes in international regulations, such as the International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (CLC) of 1969, which imposed strict liability on ship owners without the need to prove negligence, and the 1973 International Convention for the Prevention of Pollution from Ships [2].

In Guernsey, in 2010, the authorities are also now trying to remove the last of the Torrey Canyon oil in an environmentally friendly way. Last month, they began to pump micro-organisms into the oily water, which is operated by a small generator running 24 hours a day. This process of "bioaugmentation" uses naturally occurring bacteria for which oil is a food source to break down the oil [3].

The accident is attributed to errors made by the ship's master and two noted flaws in the design of the steering control:

1. The steering lever was designed to switch the steering to a "Control mode", intended for use in maintenance only, which disconnected the rudder from the steering wheel.
2. The design of the steering selector unit did not provide an indication of the peculiar mode at the helm.

The British government was strongly criticized for its handling of the incident, which was at that time the costliest shipping disaster ever. The RAF and the Royal Navy also came in for ridicule, as 25% of the 42 bombs dropped missed the enormous stationary target.

Claims were made by the British and French governments against the owners of the vessel, and the subsequent settlement was the largest ever in marine history for an oil claim. The British government was able to serve its writ against the owners only by

arresting the Torrey Canyon's sister ship, the Lake Palourde, when she put in for provisions at Singapore, four months after the oil spill. A young British lawyer, Anthony O'Connor, from a Singaporean law firm, Drew & Napier, was deputised to arrest the ship on behalf of the British government by attaching a writ to its mast. O'Connor was able to board the ship and serve the writ as the ship's crew thought he was a whisky salesman. The French government, alerted to the Lake Palourde's presence, pursued the ship with motor boats, but crew were unable to board and serve their writ.

The disaster led to many changes in international regulations, such as the International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (CLC) of 1969, which imposed strict liability on ship owners without the need to prove negligence, and the 1973 International Convention for the Prevention of Pollution from Ships[1].

#### References

1. Torrey Canyon oil spill. – Access mode: [[https://en.wikipedia.org/wiki/Torrey\\_Canyon\\_oil\\_spill](https://en.wikipedia.org/wiki/Torrey_Canyon_oil_spill)] free. Caption of title screen (date of review 20.10.2015)
2. Torrey Canyon seabed returns to normal after oil spill. BBC News. – Access mode: [<http://www.bbc.com/news/science-environment-13280507>] free. Caption of title screen (date of review 20.10.2015)
3. Oil spills: Legacy of the Torrey Canyon. – Access mode: [<http://www.theguardian.com/environment/2010/jun/24/torrey-canyon-oil-spill-deepwater-bp>] free. Caption of title screen (date of review 20.10.2015)

### **AEROSOL POLLUTION AS A CHALLENGING ENVIRONMENTAL PROBLEM OF THE MODERN WORLD**

**S.I. Gamzatova**

Scientific advisor associate professor E.V. Shvagrakova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

At all the stages of evolution a human was closely connected with environment. With the appearance of a highly industrial society dangerous human intervention into the nature has harshly increased, the size of this intervention has become varied, and now it threatens to become a global danger for the mankind.

Let's start with the review of the factors that lead to deterioration of a state, one of the most important biosphere's constituents. People have been polluting the atmosphere for millennia. Firstly, it was the fire use in order to heat the cave and to cook a meal. It was necessary to reconcile with the smoke, which disturbed breath and laid down by a black cover on a ceiling and walls of the dwelling. The received heat was more important for people than clean air and incomplete walls of a cave. Then more serious types of pollution have come on stage.

There are several kinds of pollution such as air pollution, water pollution, etc. In general, three main resources of atmosphere pollution can be enumerated: industry, household boiler rooms, transport. The share of each of these sources in general air pollution is very different, and it depends on the place. Industrial production is looking for solutions in the sphere of air pollution. The sources of pollution are as follows: thermal power plants, which throw out sulphurous and carbon dioxide together with the smoke into the air; metallurgical enterprises, especially, nonferrous metallurgy, which throws out



nitric oxide, hydrogen sulphide, chlorine, fluorine, ammonia, the compounds of phosphorus, the particles and compounds of mercury and arsenic, chemical and cement plants. Harmful gases get to the air as a result of fuel burning for industrial needs, heating of dwellings, transport, burning and processing of the household and industrial wastes.

As people have already known, the humanity interferes into the economy of biosphere more and more, and this is the part of planet where life exists. The biosphere is exposed to growing anthropogenic influence. Chemical pollution of environment with unusual substances of chemical nature is the most large-scale and significant nowadays. Special attention should be paid to chemical substances called "aerosols". Here the characteristics of aerosol are presented.

Aerosol consists of solid or liquid particles, which have suspension state in the air. In a number of cases, solid components of aerosols are especially dangerous for the organism, provoking specific illnesses. Aerosol pollution in the atmosphere occurs in the form of smoke, fog, mist or gauze. The essential part of aerosols is formed in the atmosphere while interacting solid and liquid particles with each other or with water steam. An average size of aerosols particles is 1/5 micrometers. Every year nearly 1 cubic km of flour particles of artificial origin comes into the atmosphere of the Earth. A large amount of flour particles are produced also during the industrial activity of people.

Aerosols can be divided according to their typology. Originally aerosols are subdivided into natural and artificial ones. The first aerosols appeared in natural conditions without people interference. They passed to the troposphere more seldom than to the stratosphere with the volcanic eruption, combustion of meteorites, forest and steppe fires, appearance of dust storms, which elevated soil particles and mining rocks from the Earth.

The state of the air polluted by several substances is observed in the atmosphere by means of a complex pollution indicator. For example, aerosol pollution by nitric oxide and sulfur, dust and carbon monoxide can be observed in Frunze and Omsk, respectively. The air pollution level is in direct relation to the industrial development of many countries or cities.

All polluting materials bring negative effects on people's health. These substances penetrate into the organism of a person predominantly through the breathing system. Respiratory organs suffer from air pollution directly as far as near 50 % of impurity particles with a radius of 0.01-0.1 micrometer sediment in lungs. For example, the cases of severe air contamination in London became famous, because they were followed by many fatal outcomes.

In conclusion, it is necessary to note that there problem of aerosol pollution should be solved. Protection of nature is the problem of our century, the urgent issue that has become a social one. Again and again we hear about dangerous threats to the environment, but still the majority of people consider them to be unpleasant, but inevitable civilization emanations. They assume that it is possible to cope with all the arisen difficulties.

However, the impact of a person on the environment has been increasing in the menacing proportions. To improve the situation it is necessary to conduct purposeful and thought-over actions. Responsible and effective environmental politics will be possible only in the case if we keep and save reliable data about the modern state of environment, reasonable knowledge of important ecological factors interaction. Also, the reasonable solution of the problem is to develop new methods of reduction and prevention of the harm produced by people. Everybody should remember about our nature and environment, and protect it from pollution, because the Earth is the only place for human living.

## References

1. Aggues P. Keys to ecology. Leningrad, 1982.
2. Alarm in 2000. Moscow. 1990.
3. Our Planet. Moscow, 1985.
4. Plotnikov V.V. Intersections of ecology. Moscow, 1985.

**THORIUM-POWERED VEHICLES: NUCLEAR POWER AS AN ALTERNATIVE TO FOSSIL FUELS****S. Yu. Glushkov**Scientific advisor associate professor A.B. Strelnikova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Environmental issues affect every person on our planet. As increasing evidence supports the devastating effect humans have on the environment, more people are taking steps to protect the environment and educate others about environmental problems. Among top five environmental concerns is air pollution. One of the main causes for this problem is carbon emissions produced by numerous cars. The present paper covers a currently discussed topic of thorium-powered vehicles, as such cars will definitely contribute to mitigation of negative impact on the air. The aim of the paper is to provide reliable scientific foundation for thorium-powered cars potential.

Currently, many people over the world are still reluctant to drive an electric car, though the number of car enthusiasts is constantly increasing. In this regard, the concept of a car powered by thorium could be the ultimate in sustainable transportation, due to the fact it would only need to be re-fueled every 100 years [5]. This concept is introduced by Laser Power Systems (founded in 2007, Connecticut, USA), who claim to take the radioactive element and use it to generate a laser beam that in turn heats water, producing steam and powering the vehicle's engine.

Thorium, discovered in 1828, is abundant in the earth and has been used since in industrial processes. Not only that, thorium just might underlie the future of a plentiful and widespread prosperity on earth, make wars over scarce fossil fuels obsolete, eliminate the release of choking and poisonous pollutants into the atmosphere and make the debate over global warming and climate change a moot point.

The reason uranium won out over thorium at the dawn of the Atomic Age was its ability to undergo fission and provide material for atomic weapons. Thorium was safer, cleaner and more abundant than uranium, but because nuclear weapons could not be built from it, it was relegated to a footnote in atomic energy journals for the past half century.

Today, fossil fuel resources are estimated at today's market rates as having a value of over \$40 trillion. The only way to live in the ground is to find a source or sources of fuel that will undercut fossil fuel prices, making them uneconomical. The recent boom in fracking, which also was of great environmental concern, has put a temporary damper on the use of coal in the United States but this is not the case in other parts of the world where coal is being used.

Every new idea creates resistance and *opposition, and the struggle between its supporters and opponents is inevitable*. The supporters' arguments are simple and obvious - re-fueling once per age is amazing, and what is more, there is no negative environmental impact [3]. Today, it is proved that thorium can be used as a source of thermal energy, almost the same way as uranium is [1], though there is no experience in using the system

of this kind on a small moving platform [2]. Taking into account the advantages of such alternative vehicles, the perspectives of thorium cars usage look impressive (see the comparison below).

Table 1

<b>Thorium</b>	<b>Fossil fuels:</b>
No pollution	Eco damage
High efficiency	Low/medium efficiency
Insignificant amount of fuel used	Great amount of fuel used

However, there is no working prototype of a thorium car now, which makes further discussion of thorium cars groundless. Further research and experiments in this field are hindered by the fact that nuclear power seems to be dangerous for the society. The reasons are obvious – the society have experienced the epic disasters of the past, such as Chernobyl and Fukushima. However, Laser Power Systems’ CEO, Dr. Charles Stevens, claims that a single sheet of aluminum foil will provide passengers with enough protection from radiation when riding in the vehicle and that people may get more radiation from one of those dental X-rays than from thorium-powered car [4].

The overview given within this paper clearly demonstrates that currently there is a lack of experimental data to conclude whether the thorium-powered vehicles will become transport of future. It is also important to take into account probable environmental impact, which can be identifies only in the course of the research.

#### References

1. Andreev L. Nekotorye voprosy ekonomicheskikh perspektiv torievoy yadernoy energetiki. Bellona report. 2013. 21 p.
2. Is Thorium the Safer, Cleaner, More Powerful Alternative to Fossil Fuels [Electronic resource]. URL: <http://www.industrytap.com/thorium-safer-cleaner-powerful-alternative-fossil-fuels/21317> (date of reference: 23.10.2015).
3. Kas'yanA.I., Khamidullin R. Ya. Perspektivy torievogo tsikla // Dvigatel. 2012. № 2 (80). P. 42–45.
4. Move Over, Tesla - Thorium-Powered Cars Could Be The Way of the Future [Electronic resource]. URL: <http://www.theautofuture.com/2014/08/12/thorium-powered-car> (date of reference: 20.10.2015).
5. Re-fuel Every 100 Years With the New Thorium Car [Electronic resource]. URL: <http://www.trueactivist.com/re-fuel-every-100-years-with-the-new-thorium-car> (date of reference: 28.10.2015).

#### ENVIRONMENTAL ISSUES RELATED TO “SHALE REVOLUTION”

A.M. Kimbaev, I.K. Chernenko

Scientific advisor associate professor T.V. Korotchenko

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Shale gas is a kind of natural gas stored in the reservoirs which are located in the thick layer of sedimentary rock. The reserves of particular gas reservoirs are small; however, if taken together, they would be enormous, which necessitates implementation of special and sophisticated extraction technologies. Shale deposits are found on all continents, thus, virtually any energy-dependent country can provide a necessary source of

energy itself. Due to the "shale revolution", the USA became the largest producer of shale gas in the world, which led to the rapid fall in international prices for this kind of energy. The result of the shale revolution was the fact that the percentage of shale gas in the total domestic production of natural gas in the US in 2012 reached 40%.

In contrast to the largest conventional gas deposits, the advantage of shale gas production is due to proximity to the consumption centre. Meanwhile, the extraction of shale gas causes serious environmental problems because of broad areas and significant interference into the subsurface. Among the major environmental problems faced in developing shale gas fields, the following ones are the most widely-spread: pollution of surface water and soil, groundwater pollution, gas emissions, and seismic risks.

As drilling performance inevitably involves significant amount of various chemicals and large volume of solid and liquid waste (cuttings and spent mud), special attention should be paid to ensuring that these substances do not contaminate surface water and soil during their transport, storage and disposal. The fluids used for modern hydraulic fracturing (frac) usually consist 95-98% of water and proppants, and only a minor part consists of various chemical reagents [1]. Since the composition of fracturing fluids in each case is chemically individual and chemical composition of these substances can be dangerous at a sufficient concentration, it is required for regulating bodies and health professionals to perform testing of water and soil on a schedule basis. To reduce the environmental risks, it is essential to elaborate more environmentally friendly fluids for hydraulic fracturing. To store and clean these fluids, it is important to use closed tanks, with tank tightness and integrity being constantly tested to avoid spills of hazardous substances on the earth's surface.

Horizontal drilling and hydraulic fracturing contribute to the increase in shale gas production, but the potential impact on the environment remains negative. An acute problem is the pollution of groundwater. The fact is that in deep oil shale formation fracturing may cause micro cracks through which methane and fracturing fluid can migrate into the overlying aquifers intended for collecting drinking water. Increased content of trace gases has been found in many wells with drinking water within the largest shale gas field Marcellus. American researchers analyzed 141 wells with drinking water in the territory of the Appalachian physiographic province in north-eastern Pennsylvania.

The study of natural gas concentrations was held near the wells with shale gas. In 82% of the samples in the wells with drinking water, it was found that the average concentrations of methane six times higher than standard indicators. The studied water wells were located less than 1 km from the wells with natural gas. The content of ethane was 23 times higher than allowable value at a distance less than 1 km from the gas wells. Propane was found in 10 wells which were within 1 km. Therefore, hydraulic fracturing is dangerous because it contributes to the emergence of various forms of water pollution. The existing potential ways of contamination, i.e. horizontal transfer through the entire volume of the rock and flow through the cracks may promote the transport of pollutants from the fractured shale to aquifers. There is substantial evidence that the natural cracks can lead to vertical migration of pollutants. In accordance with the simulation results, such a migration of contaminants to the surface may require tens and thousands years. However, shale hydraulic fracturing may significantly accelerate migration of contaminants up to ten and hundreds of years. The equipment and facilities failure and the presence of fault zones may also reduce the time of pollutant transfer. When using the hydraulic fracturing, it is required to implement the monitoring system to track the movement of pollutants from gas wells.

One of the main reasons for pollution of underground sources of drinking water can also be a poor cementing of casing annulus. Currently, there is a wide range of activities, allowing engineers to determine the quality of cementing and cope with this kind of problem. Constant monitoring and testing will enable producers and regulators to prevent such catastrophes. In this way, in the course of prospecting, exploration and development of shale gas deposits, there is a significant number of environmental problems, most of which can be solved due to improving the technology of shale gas production, precisely due to strict control of drilling and gas production performance.

The most important issue is to study the impact of hydraulic fracturing on the occurrence of seismic activity and various types of landslides [2]. The shale gas prospects are very large, especially in sparsely populated areas and in the countries which express their agreement to reduce the level of environmental safety.

Currently, almost all the countries where it is possible to start commercial production of shale gas, the environmental commission has been initiated to address the environmental risks associated with shale gas production.

#### References

1. Fink, J.K. Hydraulic Fracturing Chemicals and Fluids Technology. – New York: Gulf Professional Publishing, 2013 – 234 p.
2. Talebi, S. Seismicity Associated With Mines, Reservoirs and Fluid Injections. – London: Springer Science & Business Media, 1998 – 342 p.

#### **WE ARE DESTROYING THE WORLD**

**N.G. Leonov**

Scientific advisor associate professor R.N. Abramova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Hydrocarbon production is not the only way to solve many problems of humanity, but also it is ranked as one of the environmental problems. In many respects, this problem emerged as a result of the negligence of a person / company or is manifested accidentally or due to naturally factors not influenced by man. Hydrocarbon development, recovery and production is out destroying our plant ecology day in and day. This fact has been confirmed by numerous surveys, studies and investigations.

There are hydrocarbon production, transportation and application problems which have a large-scale impact on environment.

Problem 1- In the process of producing oil and gas from the earth strata directly or indirectly affects and increases the mobility of rocks. This results in seismic activity leading to more disastrous consequences in some cases. But the major consequence is the so-called formation of cavities. The solution is very simple – flooding or rock in-filling.

Problem 2- When oil passes to the surface the associated gas is burned on-the spot, i.e. in the fields. It is a well-known fact that carbon dioxide has a negative effect on the atmosphere and so the another problem connected with oil production arises. According to statistics, about 30% of all industrial emissions in the Russian Federation are related to the oil and gas sector. Overall emissions into the atmosphere from oil industry enterprises are about 12% of all harmful emissions. In this case, incomplete combustion of hydrocarbons is where insufficient O<sub>2</sub> is present, but there is excess hydrocarbon present. As a result we have such reaction products as carbon monoxide, sulfur dioxide and nitrogen oxides. Gas



flaring is the major source of pollution in the areas of oil production. Environment and population are exposed to environmentally harmful combustion products. The solution is possible, but the burning is much cheaper than the transportation and disposal of these gases.

Problem 3- oil and gas transportation. Apart from the fact that the construction and operation of the pipeline systems intrude into the natural biocenosis (biological community), they periodically there are oil and gas leakages. Gas escapes into the atmosphere, while the oil accumulates contaminating the surrounding area, especially its fauna and flora. But land oil & gas transportation is only the iceberg of the problem. More dangerous transport is tankers transporting oil across the oceans. We cannot say exactly when an accident would happen, but occasionally they do occur, and oil pours into the water area destroying everything miles and miles around. The problem becomes global, since its elimination requires not only a lot of time and effort but also financial resources. One should keep in mind the tragic oil spill of 2010 in the Gulf of Mexico.

Solution of the problem related to the transportation of oil and gas is difficult to find, because it can depend on many factors. The only thing that should be done is to carefully monitor these activities.

Problem 4 involves how we use hydrocarbons in our everyday life. The principal air-quality pollutant emissions from petrol, diesel, and alternative-fuel engines are carbon monoxide, oxides of nitrogen, un-burnt hydrocarbons and particulate matter. Pollutant emission levels depend more on vehicle technology and the state of maintenance of the vehicle. The main disadvantage of such convenience is the pollution of the atmosphere with carbon dioxide and the growth of contamination depending on the number of cars. Considering the fact that the world's population is growing and the demand for cars is also growing the air pollution level is also increasing. Solution is the following- emissions of these air quality pollutants from road vehicles have been reduced by improving the quality of fuels. As an example, it would take 50 new cars to produce the same quantity of air quality pollutant emissions per kilometre as a vehicle made in 1970. Over the last twenty years increasingly emission limits have been set at a European level, starting with the "Euro1" limits in 1993. From September 2015 all new cars currently have to meet the Euro 6 standard. Since 1<sup>st</sup> January 2011 all models sold have had to meet the Euro 5 standard. Another solution to design electric vehicles although it could be rather expensive.

The production of hydrocarbons has definitely improved but at the same time has affected Man's life. All problems associated with hydrocarbon are solvable if Man defines them in time and tries to do something. There is always a way out of any situation.

#### References

1. Kim Dzhun Beum 2015 Co-Authorship Network Analysis in Industrial Ecology Research Community [Electronic resource] / Kim Dzhun Beum, P. Charles // Journal of Industrial Ecology Vol. 19 2 222-235
2. Cars and air pollution[Electronic resource] [www.dft.gov.uk/vca](http://www.dft.gov.uk/vca)

## RECYCLING OF WASTE TIRES

E.A. Melnikovich

Scientific advisor associate professor I.A. Matveenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Industrial progress leads to the increase in both industrial and household wastes. Waste tires make a big contribution to the global pile of waste products. The accumulation of waste tires is one of nowadays environmental challenges. It is becoming a characteristic feature of environmentally unfriendly areas. More than 1 million tons of waste tires are annually produced in Russia [2]. In Europe this figure rises to 2.5 million tons, in the United States — up to 3 million tons [14].

Naturally, the decomposition of tires exceeds 100 years with release of various chemicals hazardous for soil and groundwater. Waste tires are inflammable: if burnt, they release highly toxic substances: biphenyl, anthracene, pyrene [11]. This environmental impact could be reduced by viable alternative for the recycling of used tires by applying waste tire conversion technologies. Unfortunately, even the developed countries face the problem of burning the waste tires for fuel [12]. Therefore, waste tire recycling is a worldwide challenge nowadays.

The purpose of this work is to review and analyze existing methods of waste tire recycling, as well as to highlight particular characteristics of waste tire processing technologies.

According to the definition, recycling is a process to convert waste materials into new products to prevent waste of potentially useful materials, reduce the consumption of fresh raw materials, reduce energy usage, and environmental pollution. Thus, waste tire recycling is beneficial process because tires contain recycled materials: rubber (60%), metal (18%) and textile cord (29%) [1]. However, it is necessary to create an efficient network of collection facilities and tire processors to achieve 100% tire recycling. In the European Economic Community, disposal fee is included into the cost of tires. So, buying imported tires, a Russian consumer pays for tire recycling in the producing country. The price of Russian tire does not contain such fee [3].

At present there are about 10 ways of waste tire recycling. In Russia, the most popular way of processing is mechanical crushing, which is used by 19 companies [9]. In Tomsk there are only two enterprises, "Tomoko" and "Ekoshina", involved in tire processing. It is obvious that with a large number of waste tires, it is necessary to establish much more waste treatment enterprises.

The most accepted way of recycling of waste tires is mechanical crushing [4,5]. Bead rings are removed, and then a tire is cut into for 4 pieces and passed through rollers which destroy it. After that, large pieces are crushed to separate the rubber from the cord. The separated rubber is shredded and rubber crumb is obtained [10]. However, a "shaggy" shape of the particles enhances the oxidation process, which is a weak point of the technology [3]. Steel cord cannot be completely clean, so it cannot be reused. The advantage of mechanical crushing is quite low power consumption and low cost [10].

Water-jet method [16] is an environmental friendly process. In a chamber a tire is subjected to jets of water under high pressure. Water rips chunks of rubber, which is separated from cord in the separator. The product of recycling is rubber crumb. This technology provides a high quality product and does not require large areas for production [10].

The low-temperature pyrolysis [6, 7] is a process of thermal waste decomposition in a reactor at temperatures from 500 to 600 degrees Celsius. Pyrolysis is accompanied by the release of gas, liquid and solid phases [15]. The gases discharged from the reactor, pass a capacitor where the liquid phase is released. Part of the pyrolysis products is returned to the reactor to maintain the process. The process takes place with the emission of harmful substances - flue gases. The final products are electricity, heat, metal, pyrogas, heat oil, carbon residue. Significant advantages of the method are low capital investment, and independent power supply.

The low temperature [8] (cryogenic) technology is the cooling of the tire at  $-69^{\circ}\text{S}$  to  $-100^{\circ}\text{S}$ . Liquid nitrogen is used for cooling. Being cooled the rubber cracks and is separated from the cord. Thereafter, it is ground to a rubber crumb. Liquid nitrogen is the main reason for holding back the introduction of low-temperature technology. Since nitrogen has a high cost and it is difficult for storage and transportation [3].

The product of some of the following technologies is crumb rubber. It is used for:

- the manufacture of rubber products (tires, rubber shoes);
- the manufacture of roofing materials;
- building roads.

The problem of recycling of tires is important for the environmental condition of Russia. Any of the above methods are more environmentally friendly than land filling. Recycling tires provides secondary raw materials, which may be used in many industries. Creating rubber the enterprises for recycling will help save the environment. The state should create active tire programs which provide education on tire issues, conduct waste tire collection events, and construct demonstration projects featuring practical uses for recycled tires [13].

#### References

1. Garin, V.M. Disposing of solid waste: instruction medium / V.M. Garin –Rostov-on-Don: The Rostov State Transport University, 2004. – 146p.
2. Information - analytical agency Cleandex. URL: <http://www.cleandex.ru/>
3. Moskvina, A.A. Recycling of waste tires in Russia / A.A. Moskvina // Recycling of waste. – 2009. – № 3. – P. 2-5.
4. Pat.2139188 Russian Federation, IPC B29B17/00, B02C19/18. The device for discharge destruction of tires with metal cord / Bedyukh A.R., Parubochaya T.V., Butko V.G.; applicant and patentee Bedyukh A.R.. – №98123180/12; application 03.04.1998; publ.10.10.1999.
5. Pat.2050287 Russian Federation, IPC B26F3/06. The device for structuring tires with metal cord / Bedyukh A.R., Lutsenko A.L., Parubocha T.V., Butko V.G., Odinets S.I.; applicants and patentees Bedyukh A.R., Lutsenko A.L., Parubocha T.V., Butko V.G., Odinets S.I.– №5055859/28; application 22.07.1992; publ. 20.12.1995.
6. Pat.2399488 Russian Federation, IPC B29B17/00. The device for low-temperature pyrolysis of waste tires continuous method without pretreatment / Rozhin V.V.: applicant and patentee Rozhin V.V. – №2009109698/12; application 20.01.2010.; publ. 20.09.2010.
7. Pat.2211086 Russian Federation, IPC B01J023/755, B01J023/74, C08J011/20. The catalyst of low-temperature pyrolysis of hydrocarbon-containing polymer materials and its production method / Prilutskiy E.V., Prilutskiy O.V.; applicants and patentees Prilutskiy E.V., Prilutskiy O.V. – №2001106616/04: application 25.08.25.; publ. 27.08.2003.
8. Pat.2299804 Russian Federation, IPC B29B17/00. Integrated production line of tire recycling / Kutsemelov B.A.; applicant and patentee Kutsemelov B.A. – №2005123216/12; application 22.07.2005; publ. 27.05.2007.

9. «SIBUR Corporate». – URL: <http://www.sibur.ru/>
10. Solid waste. – URL: <http://www.solidwaste.ru/>
11. International Power Ecology Company. URL: <http://i-pec.ru/en/>
12. Myhre, Marvin; MacKillop, Duncan A (2002). "Rubber recycling". *Rubber Chemistry and Technology* 75 (3): 429–474. <http://rubberchemtechnol.org/doi/abs/10.5254/1.3547678>
13. Waste tire recycling. URL: <https://dpw.lacounty.gov/epd/TireRecycling/index.cfm>
14. Waste tires treatment technologies. URL: <http://tdplant.com/news/waste-tires-conversion-technologies>
15. Recycling and utilization of scrap tires. URL: <http://www.tkomplex.ru/en/equipment/equipment-application/recycling-and-utilization-of-scrap-tires>
16. Method of recovery of rubber from used car tyres and installation for its application. URL: <http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=EP&NR=2420371A1&KC=A1&FT=D>

#### **PELLET IMPACT DRILLING DEVELOPMENT: PROSPECTS AND TRENDS**

**D.A. Nechaev, D.G. Dubinsky**

Scientific advisors senior lecturer A.V. Kovalev, associate professor D.A. Terre  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Nowadays, there is a trend of increasing amounts of operations in hard and tough rocks in world's drilling practice. Drilling in such types of rocks is characterized by low values of mechanical speed and bit pressure. In this regard, development of alternative ways of hard-rock destruction and new design solutions for rock cutting tool becomes topical. Pellet impact boring method which implies destruction of rocks by blows of metal pellets continuously circulating in a bottom-hole area is one of the most prospective techniques. Circulation is carried out by means of an ejector pellet impact tool string. Potentially, this method can give a considerable gain of penetration rate within the range of hard and tough rocks, reduce costs of a well construction by cutting round-trip time down. Moreover, as pellet impact method can easily fit the existing well technology which involves cutting transport by drilling fluid it will not demand considerable re-equipment of the drilling rig.

For the first time the method of rock destruction by pellet impact was offered in 1955 by a group of scientists from American company «Carter Oil». A jet pump was chosen by them as a device which can cause acceleration and recirculation of pellets. As a result of their laboratory research it was established that the greatest mechanical cutting speed is observed using the pellets of the greatest possible diameter which do not get jammed in mixing chamber. However, in 1961 one of participants of this project L. U. Ledgerwood noted that pellet impact drilling has no practical application and, despite the possibility of destroying rocks, this method is less cost-effective than usual rotary drilling. These conclusions have been brought about owing to a procedure error: while making experiments the American scientists put emphasis on pellet impact physics rather than rock destruction issues. Consequently, the researchers drilled rocks of different hardness at identical pellet launching speed which was equal to 22,8 m/s. Besides, the tool string which was called "gravity-aspirator" had a number of shortcomings. The special

feet which were in contact with a hole bottom to maintain the optimal distance to the tool, blocked the part of the area, which in its turn, made it necessary to rotate the tool and subsequently, they wore out rather quickly (fig. 1) [1].

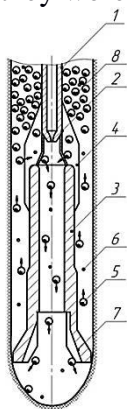


Figure 1. Gravity-aspirator drill bit [1]  
 1 – drill string; 2 – primary nozzle;  
 3 – secondary nozzle; 4 – bars;  
 5 – rock-breaking pellets; 6 – cuttings; 7 –  
 feet;  
 8 – pellet cloud.

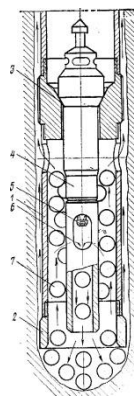


Figure 2. Blade ejector pellet impact drill  
 bit [3]  
 1 – body; 2 – rock-breaking piston shoe;  
 3 – seat; 4 – jet apparatus; 5 – nozzle;  
 6 – mixing chamber with inlet ports; 7 –  
 pellets.

Despite negative conclusions made by pellet impact drilling pioneers, this method continued to arise interest of some researchers. Since 1963 the ejector pellet impact tool string was used for well deviation studies in the Southern Kazakhstan Geological Survey directed by A. B. Uvakov. For this purpose the method turned out to be effective since there was no need to rotate the tool due to new design solutions (fig. 2) [3]. The researches revealed the main analytical dependences which characterize rock destruction caused by pellet impact, and calculation technique for pellet impact drilling procedure was developed. A number of laboratory and field researches were carried out, and as a result economic efficiency of the method was assessed. The experiments proved that in an optimal operating mode mechanical penetration rate increases with increase of rock hardness and can make up to 20 m/h in tough and very tough rocks. Considerable runout can be avoided by choosing optimum pellet launching speed at which there are no rebounds of spheres from a hole [4].

The pellet impact tool string developed by A. B. Uvakov and V. V. Strasser was improved numerous times. In 1995 a Kazakh scientist S. A. Zaurbekov defined the reasonable parameters of destruction process during pellet impact drilling and, on this basis he designed new construction called “PIM-216” (fig. 3). Its industrial testing showed excess of mechanical speed by 20% and bit pressure by 43% over the serial tools [5].



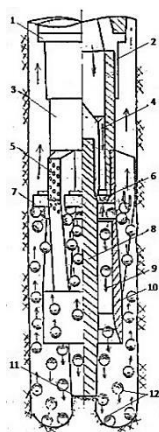


Figure 3. Ejector pellet impact drill bit with the nozzle and circular mixing chamber [5]

- 1 – calibrating device; 2 – sub; 3 – connector end;  
 4 – fluid delivery channel; 5 – calibrating and centralizing bars;  
 6 – circular nozzle; 7 – arrestor; 8 – drill bit holder;  
 9 – circular mixing chamber;  
 10 – drill bit body; 11 – hard alloy teeth; 12 – pellets.

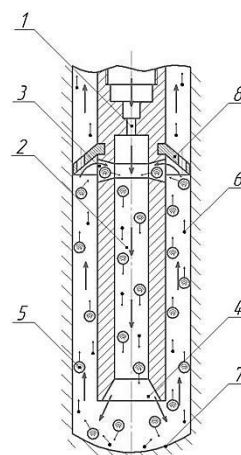


Figure 4. Ejector pellet impact tool string and its operational principle [2]

- 1 – nozzle; 2 – mixing chamber;  
 3 – operating windows; 4 – diffuser;  
 5 – pellets; 6 – drilling cuttings;  
 7 – rock; 8 – arrestor

Since 2012 the researches of this method have been conducted at the Department of Well Drilling of Tomsk Polytechnic University. During them, an optimal construction of ejector tool string was designed, with the nozzle and the tubular mixing chamber arranged consequently in line (fig. 4). This device functions as it follows: the operating fluid supplied to the tool is accelerated in the nozzle (1) and runs at the high speed to the mixing chamber (2). A suction zone forms in the area outside the nozzle. Operating fluid from annular space is sucked through the operating windows (3) due to effect of ejection along with pellets (5) and drilling cuttings (6). Then two-phase fluid goes through the mixing chamber, diffuser (4) and breaks the rock (7). Then the pellets rise in the annular space until they are stopped by the arrestor (8) and then the cycle is repeated.

On the basis of these theoretical and experimental investigations the following results have been obtained:

- the possibility of increasing pellet impact drilling efficiency in tough rocks by accurate technological process coordination and adequate construction of tool string elements has been proved;
- for the first time high-speed photography (3600 shots per second) has been carried out to explore rapid processes and to develop a physical model of drilling;
- functional correlation between drilling mode efficiency and the pellet diameter, the height of operating windows, the mass of pellet portion, the nozzle diameter, the distance between the nozzle outlet and the top slice of operating windows, the distance between tool string and hole bottom, the length of the mixing chamber, the cone angle of arrestor, mud flow rate, the opening angle of a diffuser have been assessed.

Pellet impact drilling method being considered prospective, the following theoretical and experimental research is further required:

- detailed research of method power expenses to define its energy conversion efficiency;
- analysis of effects of different drilling fluids and rock hardness reducers on the operating process;

- development of eject drilling mathematical model allowing to calculate mechanical speed under various geological conditions;
- development of runout decrease methods;
- testing of drilling control methods;
- design of catching-charging device which can replace worn out pellets, run in and pull out pellets to reduce round-trip time;
- research to solve directional drilling problem using the ejector tool string [2].

#### References

1. Eckel I.E., Deily F.H., Ledgerwood L.W. Development and testing of jet pump pellet impact drill bits // Transaction AIME. – Dallas, 1956. – Vol. 207. – p. 15.
2. Kovalev A. V. Teoreticheskie i eksperimental'niye issledovaniya tekhnologicheskikh protsessov sharostruynogo bureniya skvazhin: diss. submitted for the degree of cand. of Eng. Sci. / A. V. Kovalev ; Tomsk Politech. Univ.- Tomsk, 2015. - 143 p. : ill. – Bibliogr.: p. 130-141.
3. Pat. 417599 USSR, E 21 B 7/18. Sharosruyniy snaryad dlya bureniya skvazhin / A. B. Uvakov, V. V. Shtrasser. – № 1451266 ; filed 15.06.1970 ; published: 28.02.1974, bul. №8.
4. Uvakov A. B. Sharosruynoyue bureniye / A. B. Uvakov. – M.: Nedra, 1969. – 207 p.
5. Zaurbekov S. A. Povysheniye effektivnosti prizaboynykh gidrodinamicheskikh protsessov pri sharostruynom burenii skvazhin: synopsis of diss. submitted for the degree of cand. of Phys. and Math. Sci. / S. A. Zaurbekov ; Kazakh national tech. Univ.– Almaty, 1995. – 18 p.

#### **GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF COAL INDUSTRY (ON THE EXAMPLE OF KEMEROVO REGION)**

**E.D. Nikonova**

Scientific advisor associate professor A.N. Vtorushina, senior lecturer N.A. Kobzeva  
*National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia*

The work presents the main data of coal production and indexes of Kemerovo region air pollution level due to the coal industry. The materials of the study were reports of the department of natural recourses and ecology of Kemerovo region and Russian scientists' investigations devoted to the problem of geoecology of the coal industry.

The goal of coal mining is to economically remove coal from the ground. Coal is valued for its energy content, and since the 1880s is widely used to generate electricity. Steel and cement industries use coal as a fuel for extraction of iron from iron ore and for cement production [3]. The environmental impact of mining includes erosion, formation of sinkholes, loss of biodiversity, and contamination of soil, groundwater, surface water by chemicals from mining processes [4]. In urbanized environments mining may produce noise pollution, dust pollution and visual pollution.

The aim of the research is to review the impact of the Kemerovo region coal industry on the general state of air pollution.

The materials of the present study were:

a) reports of the department of natural recourses and ecology of Kemerovo region from 2005 to 2013 years;

b) Russian scientists' investigations devoted to the problem of geocology of the coal industry

The method of research was the analysis of scientific publications on the topic and the data of coal production and the air pollution level of Kuzbass.

Kemerovo region takes a leading position in coal mining in Russia due to the great number of coalfields. Coal enterprises are scattered all over the area. The scale below shows the growing tendency of coal output in Kuzbass during 2005-2013 [5].

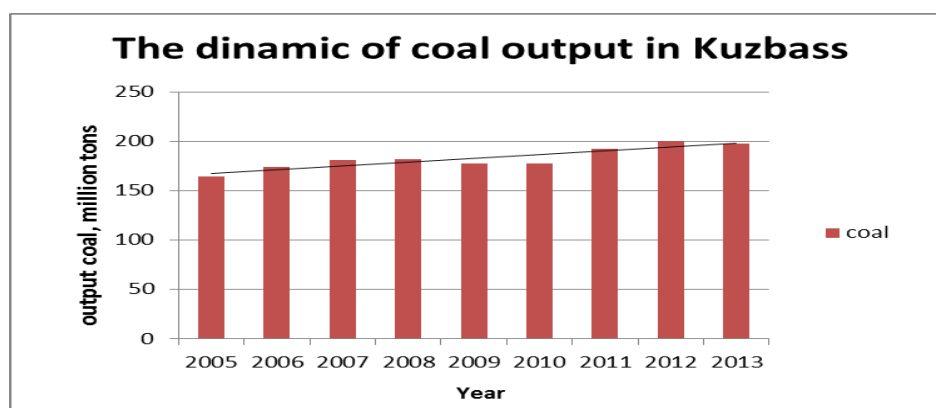


Figure 1 – The dynamic of coal output in Kuzbass, 2005-2013

On one hand, this tendency is good because it brings jobs and wealth to the region. But on the other hand it has a great environmental impact: destruction and degradation of the soil under the heaps, pollution of groundwater and surface water, pollution of air by industrial emissions, the disappearance of the natural flora and fauna etc. Because of the specific topography and the certain climatic conditions, the majorities of discharged industrial enterprises pollutants are not dispersed in the air but accumulates in the Kuznetsk trough, which is close to the major cities of the region, such as Belovo, Kiselevsk, Leninsk-Kuznetsky, Novokuznetsk, and Prokopyevsk. It is worth noting that Kemerovo and Novokuznetsk are in the list of the most polluted cities of Russian Federation because of the poor air state. API of Novokuznetsk is 22, while API of Irkutsk is 18, API of Kemerovo is 13, API of Novosibirsk and Tomsk is 10 and API of a billionaire city Saint-Petersburg is 7[6]. These data show the horrible state of the air in Kemerovo region. Just 30% of Kemerovo region territory meets a satisfactory environmental conditions but only 5-10% of residents live there [1].

Coal industry of Kuzbass has a great influence on the overall state of the air in the region. Overall contribute in air pollution from coal industry enterprises of Kemerovo region is represented in the chart below [5]. The main pollutants are the following: solids,  $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $CH_4$  and others. There are also some specific pollutants, such as methan, inorganic dust with 70-20% of  $SiO_2$  and soot. As we can see there is a connection between the quantity of output coal and the pollutants. It is also clear that coal enterprises are the main reason of air pollution in the region because their impact in overall pollution is more than 50%.

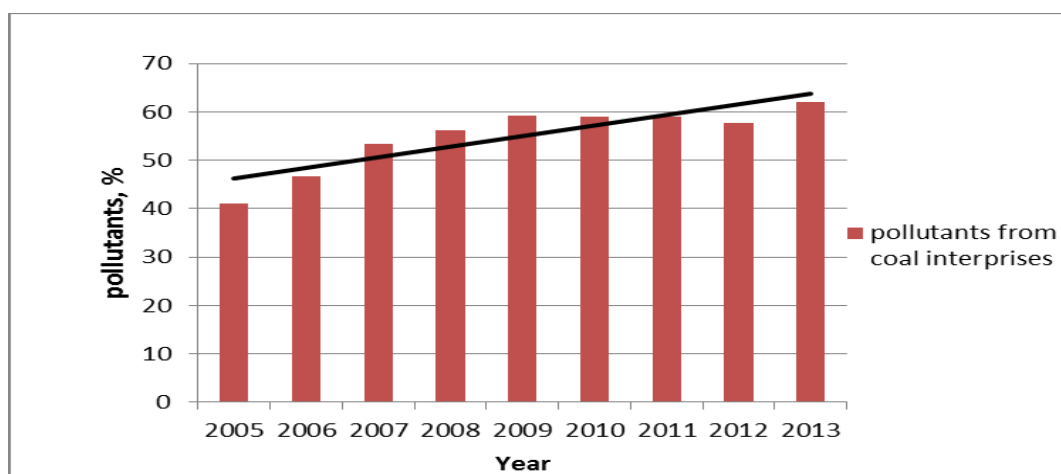


Figure 2 – The dynamic of pollutants produced by coal enterprises, 2005-2013

With the development of the coal industry and the increase of coal production there is a question of ecological safety of the coal industry.

According to Nikolay F. Reimens the basis of ecological security includes the realization that natural-resource potential of the earth is limited, that is why it is necessary to determine the maximum of natural resources extraction and what changes in the nature the humanity is allowed to do. [2].

The state of the environment continues to deteriorate. Thus it is necessary not to eliminate the consequences of pollution impact on the environment but prevent it. Until this is done talking about the high geoeological safety of the coal industry is meaningless.

The analysis of statistical data showed that the situation in the Kemerovo region is critical. It is necessary to take measures to control and reduce the negative impact of the coal industry on the Kuzbass environment.

#### References

1. Balashova T.A. Ecological problems of Kuzbass/ Journal “Success of the modern natural history” № 11, 2004 — URL: <http://www.rae.ru/use/?section=content&op=articles&month=11&year=2004>.
2. Reimens N.F. Ecology (theories, laws, regulations, guidelines and hypotheses) /The magazine "Young Russia" 1994 — URL:[http://www.sivatherium.narod.ru/library/Reimers/title\\_pg.htm](http://www.sivatherium.narod.ru/library/Reimers/title_pg.htm)
3. The Ecological Impact Of Coal Mining Environmental Sciences Essay – URL: <http://www.ukessays.com/essays/environmental-sciences/the-ecological-impact-of-coal-mining-environmental-sciences-essay.php#ixzz3q3TjHJ1k>
4. The real price of gold/ Journal “National geographic” – URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental\\_impact\\_of\\_mining](https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_mining)
5. The reports of department of ecology of Kemerovo region – URL: [http://kuzbasseco.ru/?page\\_id=168](http://kuzbasseco.ru/?page_id=168)
6. Top-100 polluted cities of Russia/ URL:<http://www.chelny-izvest.ru/health/17267.html>

**COAL MINE SUSPENSION AND ABANDONMENT**

**I.A. Oberemok**

Scientific advisors associate professor T.V. Korotchenko, assistant E.A. Filimonenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Mining operations are often suspended or abandoned due to depletion of colliery reserves or unfavorable economic and market conditions. "Abandonment" is defined as an act of complete cease from maintaining coal mines, developing and producing coal reserves without possibility of return [5]. "Suspension" is termed as the act of stopping or delaying mining operations for a usually short period of time. In accordance with Art., 26 of the Federal Law "On Subsoil" [2], the suspension and abandonment of mines and other facilities related to coal mining operations shall be made at the expense of mining companies-subsoil users with due regard to environmental protection of natural resources located on or below the Earth's surface.

In case of undue control, these suspension and abandonment works could cause severe damage to the territory and have a negative impact on individual lives and operational and commercial activities of neighboring enterprises. Sometimes, it is even required to relocate the residents of towns (settlements).

There are three basic methods to suspend coal mines [6]:

- "wet" that implies complete flooding of a working with water;
- "dry" that implies preservation of mine drainage;
- "combined" that implies the constant level of water in suspended mine.

The manner of method application is an individual choice which is basically defined by geological and hydrogeological characteristics of the territory.

The "dry" method involves either preservation of water drainage for the operation period of neighboring mines which are connected with the mine being suspended by water communication system or provision of constant water drainage in order to prevent flooding of mine workings. During this period, the costs of mine maintenance are rather significant.

The "combined" method assumes the constant control of water level in order to eliminate a possibility of water irruption into the mine workings of neighboring enterprises and unexpected flooding of farm lands and other territories of social nature.

The "wet" method implies the shutdown of water drainage and water flooding of mine workings. The dynamic level of mining water should achieve the value close to the initial static ground water level. In this case, waterlogging and minor flooding occur in lowlands and depressions both at mine field, and in adjacent areas ( $R \geq 1-1,5\text{km}$ ). It is worth noting that this method is considered the cheapest one. It is a common place when selecting the "combined" method of mine suspension, the enterprise firstly complies with the prescribed requirements and monitors the implementation of safe procedures in suspended mine working. However, if the pump is broken, the enterprise is not always ready to buy a new one, which results in automatic transfer from "combined" to "wet" method of mine suspension. The costs of "combined" method are significantly higher than that required for commissioning a new mine working, however, due to unfavorable market conditions and irrelevance of the coal rank, discontinuation of this coal sales is considered to be necessity.

Among the above-mentioned suspension methods, the "wet" one is proved the most environmentally unfriendly. In accordance with the data and results of long-term research carried out by All-Russian Research Institute of Mining Geomechanics and



Survey [1], the following types of risks have been identified in seismic-geodynamic polygons:

**Hydrogeological:** – disturbance of steady regime and dynamics of groundwater level fluctuations, which leads to flooding, land degradation, and subsequent swamping;

**Geochemical:** – contamination of water resulting in “infection” of soil, drink water resources and other ecological consequences; at the first stages of mine abandonment, the sharp increase in suspended materials concentration is often observed (100 or even more times higher); at the second stage, there is increase in the concentration of Fe (up to 80 MAC – maximum allowable concentration – based on Sanitary-Hygienic Standard [4] and heavy metals (up to 300 MAC); at the subsequent stages, in 60 percent of the cases hydrogen sulfide pollution is observed; for example, based on the data provided by Kuzbass Health, Safety and Environmental Monitoring Center, the level of hydrogen sulfide pollution was 12000 times higher than MAC in Severnaya mine working and the mine n.a. Dimitrov and 9000 times higher in the mine working n.a. Kalinin;

**Seismic:** – seismic activation that is usually manifested in technogeneuous earthquakes caused by the increased pressure of surplus water masses on building components of geo-environment (the magnitude up to 3.5 MSK scale);

**Geomechanical:** – activation of land movement and caving on the surface in the zones of seam outcrop where pumps are installed; this constitutes the risks of building and facilities basement damaged as these phenomena are of impulsive and hard-to-predict character; during the period of mass closure of colliery enterprises in Kuzbass region in 1997-2005, 4820 cave-prone areas with 911 residential houses were identified in mine takes of the coal mines which were being abandoned within the frame of the coal-mining restructuring program. Precisely, during the period of mine flooding 430 caves on the surface of these mining sites were identified, with the total volume being 200 000 m<sup>3</sup>.

**Gas-dynamic:** – accumulation of harmful gases (CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>) in basements, underground communication, residential building, soil layer and atmosphere of residential areas; as methane has no color and odor, it is difficult for a person to detect its presence without special detectors; penetrating into basements, due to a weak spark ignition methane can develop into a detonation; A number of fatal cases have been detected in Rostov region.

**Endogenic:** – coal ignition and combustion during its oxidation in in the zones of seam outcrop where pumps are installed; these zones are characterized by seam aeration.

Due to serious environmental threat, the total effect of all mentioned risks on the environment and local residents deserves increased attention and should be carefully tackled. Besides, ignorance of this problem could result in significant economic losses of neighboring coal-mining enterprises. Being connecting vessels, the mining workings constitute an integrated geological system. Consequently, the increase in surface water level in one mine can increase the water level in the next one, which represents so-called “chain reaction” of departure of mining enterprises from the market.

The significant damage to public health and human welfare, and the environment was done during 1992-2000 when a great number of coal mines were abandoned in a short period without due regulation and supervision of normative requirements implementation. The accident in “Sapando-Kapital’naya” mine [3], Rostov region is a vivid example of such a negligence that can cost the lives of dozens of innocent people and hundreds of human fates. At the beginning, “Koshkinskiy” water drainage was used in the nearby suspended mines “Stepanovskaya”, “N.a. Lenin”, etc. However, this drainage system became damaged. Due to lack of money required for water drainage repair, water started accumulating in underground lake. It was the responsibility of the party in fault to

liquidate this lake, however, the company decided to neglect this fact despite the significant risks and hazards. Finally, water of underground lake ( $V \approx 28 \text{ mln.m}^3$ ) broke through above "Sapando-Kapital'naya" mine.

#### References

1. Conclusion № 55 from 8 September, 2014 "Reconstruction based on geomechanical study for "Project Plan of Hazardous Engineering Facilities Suspension – Mine "Chertinskaya-Yuzhnaya" within the license KEM 12259 ТЭ and KEM 01469 ТЭ».
2. Constitution of the Russian Federation, the Federal Law "On Subsoil", Art. 26.
3. Industrial ecology / Scientific-practical portal / Mine Abandonment in Rostov Region Led to Disastrous Environmental Consequences – 01.02.2006. – [Electronic Resource] – Access mode URL:<http://www.ecoindustry.ru/news/view/6548.html>
4. GN 2.2.5.1313-03 maximum allowable concentration (MAC) of hazardous substances in working place air / Ministry of Health of the Russian Federation. – Moscow – 2003. Mining Encyclopedia / Suspension. – [Electronic Resource] – Access mode URL:<http://www.mining-enc.ru/k/konservaciya/>.
5. Procedure for conducting operations on suspension and abandonment of production facilities related to subsoil use, M., 1999.

### ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN TRANSPORTATION OF HYDROCARBONS

**V.O. Patrakeev**

Scientific advisors assistant B.R. Soktoev, senior lecturer A.V. Makarovskikh  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, the Russian Federation*

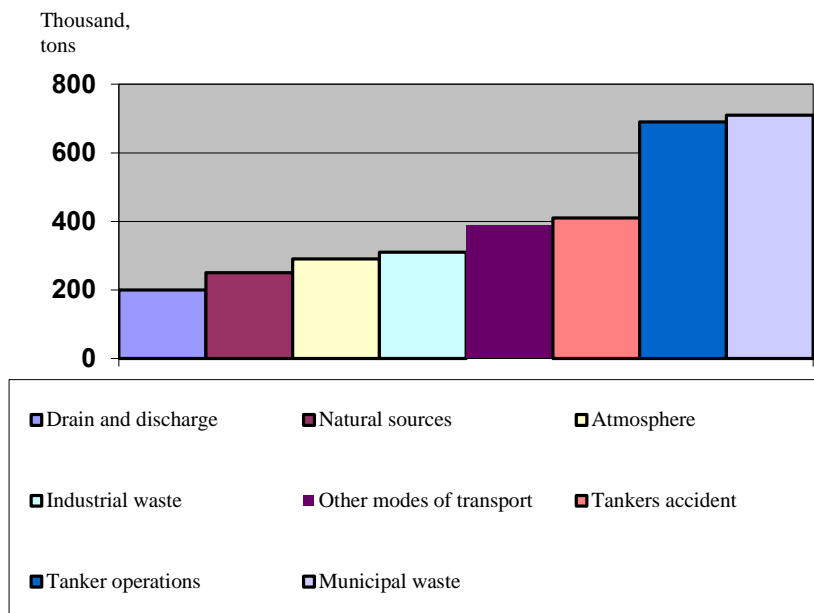
One of the most important environmental problems of the XXI century is emergencies arising during transportation of hydrocarbons. Thus, according to Greenpeace, the loss of the oil feedstock in the production and transportation in Russia is about 1%, and according to "Centre of Ecology of the fuel-energy complex" – 3.5-4.5% [5]. During transportation of hydrocarbons there are many difficulties that seriously affect the ecological state of the environment components.

Oil and gas transportation from the field to the consumer using a pipeline is the most common way of transporting oil: 99% of the "black gold" is delivered to destinations in this way. In this regard, one of the global problems is the oil spill during transport by pipeline. This is due to the fact that the life of the pipe steel and insulating coatings of 55% of oil has already expired and the possibility of manufacturing defects is quite large [3]. Only in our country there occur 50-60 accidents annually. The result of this situation is the large number of accidents involving oil spills, which lead to serious consequences for the environment. Remediation of contaminated areas is an expensive process, so it is much more profitable to invest all possible resources in the prevention of accidents [1].

To reduce the risk of accidents it is necessary to raise reliability requirements for oil pipelines. Today the technology and the production of anti-corrosive coating of pipelines are constantly improved; the use of flexible piping reinforced with plastic and having an unlimited operation life is being mastered. The most progressive companies are putting special systems for monitoring pipelines. To do this, a variety of technologies and strategies, from bypassing by people to controlling the objects from satellites, is applied. Nowadays a system of tracking the main characteristics of hydrodynamic processes (pressure, temperature and flow behavior of the fluid) is widespread. The data obtained are

compared with reference parameters which allow identifying possible anomalies associated with leakage [2].

### Estimated numbers of annual discharge of oil



Oil spills in the sea are extremely dangerous. Since oil is lighter than water it spreads over the water with a thin film on a large area. Oil spills are accompanied by a massive loss of marine mammals, birds and reptiles. It causes damage to fisheries. Oil-drenched beaches deter tourists and harm coastal ecosystems, often irreparable. The most common accident is an accident at sea tankers. Tanker accidents at sea happen from the beginning of their use. The most serious accident involving the oil tanker took place in 1989. The tanker "Exxon Valdez" was to carry oil from Alaska to California, but suddenly in Alaska it ran aground bumping a reef Bligh. As a result, 260 thousand barrels of oil spilled into the sea. To reduce the risk of shipwrecks, first of all, you need to update the existing tanker fleet, achieving the operation of ships solely double-hulled [4].

Hydrocarbons transportation by water and land routes is an essential part of the world economy. Pipelines, tankers, barges, the main means of transportation of oil and gas, are economically viable, but at the same time associated with a greater risk of potential environmental disasters associated primarily with accidental spills. Recent events in the Gulf of Mexico have shown it. And because of the impossibility of replacing hydrocarbon as a main source of energy, people need ways to improve the prevention and elimination of consequences of hydrocarbon pollution of environmental components.

#### References

1. Belousov L.N., Korkhov Ya.G. (1984), *Tekhnologiya morskikh perevozok gruzov*, Transport, Moskva.
2. *Ekologiya transportirovki nefi (Rosneft)*, Available: <http://www.mirnefti.ru/index.php?id=108> Accessed 2015, October 20).
3. *Problemy ekologii pri dobyche i transportirovke nefi*. (2012), Available: <http://ecooil.su/139.html> (Accessed 2015, October 13).

4. Pshenitsyn M.C. Vse o nefti. Available: <http://vseonefti.ru/upstream/ekologicheskie-posledstviya-dobychi-nefti.html> (Accessed 2015, October 20) (Accessed 2015, October 16).
5. Zabello E., Neftyanye slezy Rossii: avarii na nefteprovodakh provotsiruyut rak. RBK. (2012), Available: <http://www.rbc.ru/economics/10/04/2012/645532.shtml> (Accessed 2015, October 16).

#### HYDROCARBON FIELD DEVELOPMENT AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACT

**A.E. Pecherskikh, R.D. Popov**

Scientific advisor associate professor T.Yu. Aikina

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

West Siberian region as one of the rapidly developing industrial areas is more and more facing environmental risks. A number of cities in Western Siberia can be considered to be the zones of ecological disasters.

The main reason for that is imbalance between the degree of anthropogenic impact on the environment and measures aimed at its preservation, recovery and protection. In particular, it is reflected in a growing number of areas and volumes of oil and gas extraction with more than 50% of depleted fields, use of obsolete technology, presence of hazardous chemical and nuclear facilities. What is more, insufficient attention is paid to the stability of natural landscapes regarding the anthropogenic impacts, which is associated with the peculiarities of zones where multi-year frozen grounds are spread, as well as with climatic conditions of pollutants dispersion in the atmosphere. [1] To understand the peculiarities of the environmental situation, we need to know what type of hydrocarbon it is and how it affects the environment.

Hydrocarbons are organic compounds molecules of which consist only of carbon and hydrogen atoms. The simplest representative is methane CH<sub>4</sub>. Raw hydrocarbons are naturally occurring hydrocarbons and products which have undergone the recycling. Raw materials comprise the following substances:

- oil,
- natural gas,
- gas condensate.

Oil is a combustible oily fluid, found in sedimentary layers of the Earth; an important mineral. It is a complex mixture of alkanes, some of cyclanes and arenes, as well as oxygen, sulfur and nitrogen compounds. Gasoline, jet fuel, kerosene, diesel fuel, fuel oil are produced by oil refining. [2]

Oil recovery and its products, their processing and transportation have negative influence on the health and fertility of the Earth soil cover. Along with oil recovery, tonnes and tonnes of different rocks are being extracted and dumped.

One of the main properties of raw (unprocessed) oil is its density which depends on the content of heavy hydrocarbons: paraffins, resins and others. Higher molecular-weight methane hydrocarbons (C<sub>12</sub>-S) consisting of normal alkanes and isoalkanes play an important role in light -fraction oil. The content of solid methane HC (paraffins) in oil is an important characteristic when studying oil surface spills. Paraffins are non-toxic for living organisms and become solid on the earth surface, depriving the oil mobility. Alkanes are assimilated by many microorganisms (yeasts, fungi, bacteria). Paraffin wax is very difficult to destroy and oxidize in the air. It can “seal” the pores of the soil cover for a

long time, and prevent soil from respiration and free vapour exchange. This leads to the total degradation of biocenosis.

Aromatic hydrocarbons are the most toxic components of oil. At a concentration of only 1% in water, they kill all aquatic plants. The oil containing from 30 to 40 % aromatic hydrocarbons significantly inhibits the growth of higher plants. Aromatic hydrocarbons are difficult to destroy.

Oil pollution creates new environmental conditions leading to the profound change in all segments of biotic communities or their complete transformation. Mass destruction of soil mesofauna occurs: three days after an accident, most soil animal species completely disappear or are not more than 1% of control. Light oil fractions are the most toxic for them. The activity of most soil enzymes in contaminated soils reduces. Economically irregular increase in oil, gas and other energy resources volume and rate leads to dangerous degradation processes in the lithosphere (landslides, local earthquakes, sinkholes, etc). One of the reasons for frequent earthquakes is the increase in tension of the earth crust under the influence of the injected well water at high pressure. The oil industry is one of the main sources of forest fires in the area of open boreal woodlands, when up to 20-40% of trees disappear. Forest vegetation changes in burnt areas, for example, coniferous trees are replaced by small-leaved ones.

Thus, during the oil fields development, especially in permafrost conditions, negative processes occur. At the same time, negative impact of oil production can be minimized under certain conditions. During exploitation of oil structure facilities, one should use the heat losses from the pipelines and increased flooding of territories close to the embankments. For efficient use of heat losses in open boreal woodland and areas of meadow vegetation along a pipeline, one should choose places with higher concentration of animals and plants. In these zones, it is possible to reduce the insulation of pipes so that heat flows reach the surface and raise the temperature, lengthening the vegetation period. The warm water discharge into the water bodies and streams in the cold period of the year may contribute to the formation of quasi-stationary wormwood which under certain circumstances can ensure the existence of aquatic birds. [3]

It is obvious now that saving the environment for future is a vital condition of human activity. In order to lower negative effects of pollution on the environment, a scientifically grounded ecological policy is necessary in exploration, production and transportation of hydrocarbons. Actions must be taken to reduce the anthropogenic loads on natural ecosystems, to reveal and analyze the factors of anthropogenic impact on vegetation changes. The approach to the solution of problems related to ecological hazards must be based on deep understanding of natural complexes functioning in a certain area.

#### References

1. Sladkopevtsev S.A. Ecological Problems of Western Siberia // Energy: economics, technology, ecology, 2006.
2. Oil and Gas Encyclopedia. Available at: <http://www.ngpedia.ru/>
3. <http://sir35.ru/Polza-prirode-ot-neftedobichi.html>



**OIL SPILL RESPONSE: RUSSIAN EXPERIENCE**

**K.V. Prismotrov**

Scientific advisor associate A.B. Strelnikova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Currently, both governments and oil companies around the world are trying to reduce oil pollution and minimize negative environmental impact caused by oil and gas exploration and production. The present paper gives an overview of protective measures taken in Russia to prevent oil leaks and minimize oil spill consequences. It also aims at identifying general trends in national environmental protection policy.

An oil spill is the release of a liquid petroleum hydrocarbon into the environment in the result of to human activities and is a form of pollution. The term is usually applied to marine oil spills, where oil is released into the ocean or coastal waters, but spills may also occur on land. Oil spills may be due to releases of crude oil from tankers, offshore platforms, drilling rigs and wells, as well as spills of refined petroleum products and their by-products, heavier fuels used by large ships such as bunker fuel, or the spill of any oily refuse or waste oil.

Oil spills penetrate into the structure of the plumage of birds and the fur of mammals, reducing its insulating ability, and making them more vulnerable to temperature fluctuations and much less buoyant in the water. Cleanup and recovery from an oil spill is difficult and depends upon many factors, including the type of oil spilled, the temperature of the water (affecting evaporation and biodegradation), and the types of shorelines and beaches involved. Spills may take weeks, months or even years to clean up <sup>[3],[6]</sup>

Oil spills can have disastrous consequences for society – economical, environmental, and social. Despite substantial national and international policy improvements on preventing oil spills adopted in recent decades, large oil spills keep occurring. They can inflict an enormous damage to nature and become reason of ecocatastrophe in some region. Therefore, it is vitally important to liquidate the consequences of accident as soon as possible

Cleanup and recovery from an oil spill is difficult and depends upon many factors, including the type of oil spilled, the temperature of the water (affecting evaporation and biodegradation), and the types of shorelines and beaches involved [4].

Methods for cleaning up include:

- mechanical methods (coultisse of soils, collection of oil products);
- physical and chemical methods (washing, catchment, persorption);
- biological methods (bioremediation).

As a rule, the stages of oil spill liquidation can be determined as follows [1]:

- 1) Setting of protections impedimental to further distribution of contamination (especially topically for collection of oil products on water and prevention of spreading of oil spots).
- 2) Dispersion of sorbents (including biosorbents) by means of that natural dispersion of oil products is conducted, that allows to minimize the consequences of spreading of oil products till they will affect a clean zone ecologically;
- 3) Mechanical collection of oil products (for this purpose, skimmers are used).

In Russian Federation, about 50% of export oil are transported by seas, including arctic ones. Therefore, the greatest share of potential environmental risks is connected with sea transportation. Taking into account the fact that the amount of oil exported from the Murmansk, Archangelic and Sakhalin areas are supposed to increase, the risks rise proportionally. As a response, today, there are organizations in the territory of the RF,

which are to minimize the damage to the environment in case of oil spill (for example, Marine Emergency and Rescue- Coordinating service of Russia).

Currently, Russia is involved in the intense development of the Arctic shelf, therefore, it is very important to take all necessary measures to prevent petroleum overflows. The great number of rare types of animals and birds dwells on territory of Arctic, thus the Russian Federation must organize the reliable system of preventive measures against environmental pollution.

Being one of the world's largest producer of oil, Russia regularly experiences oil spills in different parts of the country. Some examples are represented in the table below:

<b>Spill</b>	<b>Location</b>	<b>Date</b>	<b>Tons</b>
Kerch Strait oil spill [2]	Russia, Strait of Kerch	November 11, 2007	more than 1600
Black Sea oil spill [7]	Russia, Tuapse, near Black Sea	December 24, 2014	about 7,4
Nefteyugansk oil spill [5]	Russia, Nefteyugansk	June 24, 2015	more than 40
Oil spill in Surgut area [8]	Russia, Surgut area	July 15, 2015	20

In conclusion, this study has shown that currently in the RF, there is a system of measures to minimize the negative environmental impacts caused by oil spills. However, the system of preventive measures is being developed today as well. There are scientific projects aimed at oil spill forecast and prevention. Environment protection laws and regulations are becoming tougher to make oil companies fully responsible for probable spills. These improvements are specifically connected with Arctic oil exploration, since it boosts the enhancements in environmental protection over the whole country.

#### References

1. Largest producer of equipment for liquidations of overflows of oil. URL: <http://larn.ru> (date of reference: 01.10.2015).
2. Lavrova O.Yu., Bocharova T.Yu., Mityagina M.I., Strochkov A.Ya. Satellite monitoring of the aftereffects of a catastrophic oil spill in the Kerch Strait // Current problems in remote sensing of the Earth from space. 2009. № 6. V. 1. P. 409–420.
3. Lingering Lessons of the Exxon Valdez Oil Spill. URL: <http://www.commondreams.org/views04/0322-04.htm>. (date of reference: 15.10.2015).
4. Magerromov A.M. Removal of oil thin films from a water surface // Young scientist. 2011. №7. T.1. P. 65–68.
5. Nefteyugansk oil spill URL: <http://www.ntv.ru/novosti/1434138> (date of reference: 01.10.2015).
6. Oil Spills and Disasters URL: <http://www.infoplease.com/ipa/A0001451.html> (date of reference: 08.10.2015).
7. Oil spills in Western Siberia URL: <http://www.oilru.com/news/469810> (date of reference: 01.10.2015).
8. Nazarov M.; Gorodyankin G. Oil spills into Black Sea near Russian port after pipeline leak. Reuters. December 24, 2014. URL: <http://www.reuters.com/article/2014/12/24/us-russia-oil-spill-idUSKBN0K20ND20141224> (date of reference: 15.10.2015).

**LANDSCAPE AND WATER BODY CONTAMINATION DUE TO PIPELINE ACCIDENTS:  
CASE STUDY OF OIL FIELDS IN WESTERN SIBERIA**

**Yu.S. Pugovkina, A.I. Bahlyustov**

Scientific advisors assistant L.K. Kudryashova, associate professor D.A. Terre  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk*

The oil producing industry has a significant impact on the environment. This effect is caused at all the stages of the "big travel" of oil - from a wellsite to a crude-oil refinery. Among the most dangerous factors that lead to environmental problems are emergency situations in the workplace.

Most accidents are caused by breakdowns in the technological process, equipment misuse, violation of labour discipline and technological process specifications, disregard of safety rules, lack of proper equipment condition monitoring. With respect to environmental impact pipeline accidents bring about the most harmful and large-scale after-effects. In this regard, the oil producers need to have an accurate idea of possible ruptures, methods of their elimination and subsequent surface reclamation of soil.

The purpose of the study is to assess pollution of landscape and water bodies caused by pipeline breaks and the analysis of the most efficient emergency procedures.

In order to prevent rupture it is necessary to identify possible factors contributing to oil and gas pipeline accident occurrence and development which may include the following:

1. Pipeline volatile flammable liquid (VFL) or gas run;
2. Considerable pipeline section length;
3. Periodic oil and gas pumping;
4. High-pressure pumping;
5. Pipeline crossings through water bodies, intersections of a pipeline with transport communications;
6. Anthropogenic impact on pipeline facilities;
7. Corrosive fluid.

Thereby, according to these factors the following causes of accidents may be determined.

1. Pipeline depreciation, mechanical damage, temperature deformations;
2. Water hammer effect caused by harsh closing of check valves;
3. Internal and external pipeline corrosion;
4. Disturbances of oil and gas transport process conditions;
5. Natural and manmade external effects;
6. Personnel delay errors or failure to act in standard and emergency situations;
7. Willful acts (a terrorist attack, illegal tapping of pipeline to steal a transported product).

Apart from the loss of products at hydrocarbon operating facilities, the immediate consequence of accidents is damage to the environment. Petroleum accumulations in the lower areas can lead to aerogen gas formation which may result in the subsequent fires and consequently, smoke occurrence in nearby settlements, loss of property and thermal injuries of people caught in the fire zone.

Thus, oil producer must produce cause-effect model of accident development for its prevention. This requirement is established by the Federal Law "Industrial Safety of Hazardous Production Facilities" on 21.07.1997 (№ 116-FL) and the regulations of the Government of the Russian Federation "The Development of Action Plans for Localization and Liquidation of the Consequences of Accidents at Hazardous Production

Facilities" on 8.26.2013 (№ 730), according to which the oil companies of West Siberia must have developed action plans for localization and elimination of accidents and the consequences of accidents [4,5].

Hazardous substances that may pollute the environment are divided into:

- Inflammable gases (IG) - oil-associated gas.
- Flammable liquids (FL) - oil, gas -condensate, methanol, demulsifier, corrosion prevention chemicals.

In practice the outlet zone and the spread of dangerous substances in the accident will depend not only on the volume of the dangerous substance, but also on the conditions of spreading, i.e. an accident scenario and external factors.

The adverse impact of emergency-poured oil under different scenarios of accidents at production facilities affects all the components of the environment. This results in:

- Soil contamination with absorbed oil;
- Pollution of surface and ground water;
- Air pollution with oil vapors, as well as their combustion products.

In accordance with the causes of an emergency situation, its type and the affected area a set of measures can be taken to eliminate the consequences. Oil spill of more than 15 tons is referred to as an emergency. Localization and elimination of the damage caused by minor accidents involving oil spills of less than 15 tons is self-performed. The oil spill response operations require immediate field work of all the committees involved, which is aimed at a maximum reduction of the affected area and decrease of the effects on the environment and the working staff.

To repair damage caused by accidents the following stages of reclamation are distinguished:

1. Accident damage control;
2. Environmental survey;
3. Determination of affected target characteristics including engineering-geological parameters, qualitative and quantitative contamination indicators, microbiological and agrochemical parameters of contaminated soil;
4. Contamination localization;
5. Clean-up operations;
6. Covering recultivated ground with potentially fertile rocks and topsoil;
7. Cleaning of recultivated area from industrial waste;
8. Seedling purchase and planting.

The main types of accidents which occur on pipelines and the most appropriate measures for their localization and removal actions can be considered by the example of Muravlenkovskoye oil field.

Muravlenkovskoye oil field is located in the northern part of the Surgut Swell in Purovsky District of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug of Tyumen Oblast restricted to river Pyakupur and river Purpe interstream area. The field is confined to Surgut petroleum region of Nadym Pursky petroleum bearing area, West Siberian petroleum province. The commercial oil recovery is associated with the Pokurskoe suite. The extracted fluid is characterized by the following physical chemical properties: density of crude oil - 780-790 kg/m<sup>3</sup>, viscosity - 1.2-1.38 mPa×s; there is sweet, paraffin-base, low-resinousness oil, gas ratio is 58-70 m<sup>3</sup>/t.

The equipment used for hydrocarbon transport in the field includes oil gathering pipelines 514 km long with working diameter 114 mm and operating pressure 1.6 MPa; pressure pipeline 74 km long with working diameter 273 mm and operating pressure 1.6 MPa; gas pipeline 15 km long with a working diameter 219 mm and operating pressure

1.6 MPa. The amount of harmful substances present in the field pipeline equipment comprises 2333 tons of crude oil, 18.2 tons of methanol, 129.3 tons of associated gas [2].

In terms of environmental damage the most dangerous accidents in the target field can result in the contamination of water bodies. This effect arises as a result of pipeline integrity loss in the area of its crossing through the river Purpe and river Pyakupur, where oil is released directly into the water bodies, and permanent oil contamination of the water body is caused. The area of water pollution is about 800 thousand m<sup>2</sup>.

Due to the large area of hydrocarbon contamination of water bodies one of the most reliable methods for the elimination of pollution is usage of absorbent developed from modified sphagnum moss peat. Being subjected to high temperature, the peat changes its properties from hydrophilic to hydrophobic and oleophilic ones. Humic component acts as a catalyst for native biocenosis activity; which in its turn, increases this activity significantly and accelerates its interaction with the hydrocarbons. This method is environmentally safe for hydrosphere in comparison with similar methods used to collect contaminants. After the elimination of pollution damage peat remains at the accident site, gradually turns into its hydrophilic state and starts to absorb the water in the way it does in natural environments, thus becoming a useful component of both water and soil [1].

However, the most likely accident outcome is soil contamination which takes place on land. The oil release caused by microfractures formed in pipes leads to extensive landscape pollution. The contaminated area exceeds 1.5 thousand m<sup>2</sup>.

The analysis of main methods for hydrocarbon contamination elimination allows us to conclude that physical and chemical methods are the most cost-effective and productive ones to preserve ecosystems. One of them involves soil cleanup in technical tanks by heated water solutions in the presence of surface-acting agents, and the subsequent vacuum extraction of the remaining mixture. The second method implies lime treatment of soil in an amount of 0.5-5% by weight of the oil spilled. This is followed by collecting the obtained solid which retains oil as a complex compound.

Accidents at pipeline facilities are accompanied by release of significant amounts of gas. The elimination of this kind of accident after-effects is carried out in several stages: 1) gas pipeline shutdown; 2) damaged section outgassing; 3) line rupture security cordon; 4) reducing gas concentration to the maximum permissible concentration rate [3].

The degree of landscape and water body pollution caused by pipeline accidents depends on the speed and integrity of removal and remedial actions. Only in this case it is possible to minimize the harmful impact on the environment.

#### References

1. Ivasishin PL Research report of the Department of Industrial Ecology FHTE RSU of Oil and Gas named after IM Gubkin "The influence of peat absorbent to clean up soil from oil pollution." Moscow, 2008.
2. Kozlitin AM, BN Yakovlev By 59 man-made emergencies. Prediction and evaluation. Deterministic methods of quantifying hazards technosphere. Saratov: Sarat. State. Tehn. University Press, 2000.
3. Resolution of Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated February 4, 1998 № 4 "Maximum permissible concentration (MPC) of harmful substances in the air of the working area."
4. RF GosGorTechNadzor Resolution of June 5, 2003 № 56 "On approval of the rules of safety in the oil and gas industry PB 08-624-03."



5. RF GosGorTechNadzor Resolution on June 6, 2003 №71 «On approval of rules protection of mineral resources.»

**ANALYSIS OF ROAD TRANSPORT LOAD OF THE ADJOINING AREAS IN A LARGE INDUSTRIAL CITY NOVOKUZNETSK**

**M.V. Rubin, N.G. Tomsina**

Scientific advisor associate professor N.B. Ermak

*Novokuznetsk Institute (Branch) of the federal state budgetary educational institution of higher education "Kemerovo State University", Novokuznetsk, Russia*

With the increasing number of owners of vehicles and lack of available garages, there is a problem of congestion of yards with private vehicles. This, in turn, creates air pollution problems, increasing the area of asphalt concrete pavement, as well as an increase in the number of accidents involving children and the elderly.

The aim of this study is to analyze the trucking congestion in the areas of the town.

To accomplish this goal we studied the requirements of urban planning documentation and investigated domestic territories of the Central and Kuznetsk districts. In the yards a record of standing and moving traffic from 5.00 to 8.00 p.m. was carried out. We took into account the type of the building, the area of the territory, the presence of organized parking lots, the estimated number of resident population. The observation results are shown in Table 1.

It is noted that the number of vehicles standing is about 81, passing vehicles - 75, the distance to the facades of houses on the average - 5 to 10 meters, the average area of the paved yard area - 2560 m<sup>2</sup>.

*Table 1*

*Observations of road congestion in researched yard areas in spring and autumn*

Yard playground	The area of the yard territory with asphalt	Number of standing cars		The number of passing vehicles			
				Arrived		Left	
		Spring	Autumn	Spring	Autumn	Spring	Autumns
№1	1900 m <sup>2</sup>	34	50	75	81	59	63
№2	2300 m <sup>2</sup>	29	46	57	43	41	29
№3	3350 m <sup>2</sup>	101	99	47	54	25	35
№4	3600 m <sup>2</sup>	80	156	204	210	168	144
№5	1650 m <sup>2</sup>	51	54	84	59	36	32

The basis of town planning legislation for a truck load adjoining areas is as follows:

I. Gap between facilities for the storage of cars and building facilities: distance from public car parks and parking lots to the facades of houses with windows with the capacity of parking spaces less than 10 is 10 m., 11-50 parking spaces - 15 m. 51-100 parking spaces - 25 m., 101-300 parking spaces - 35, more than 300 parking spaces - 50 m (Sanitary Regulations and Norms 2.2.1 / 2.1.1.1200-03, Article 7.1.12).

II. In the local area public car parks can be accommodated (parking lots) with the capacity - up to 50 parking spaces and parking garages and parking lots with a solid walling barrier for car storage up to 100 parking spaces, with observance of normative requirements of surrounding territory with improvement elements in size and name (Sanitary Regulations and Norms 2.2.1 / 2.1.1.1200-03, Article 18.3).

III. In residential areas open parking space for temporary storage of cars should be provided at the rate of not less than 70 % of the calculated individual cars, including in residential areas – 25 %. (Order of the RF Ministry of Regional Development from 28.12.2010 № 820).

IV. Indices of cars maintenance in parking lots (in the determination of total emissions): the total number of departures of vehicles at rush hour in percentage of the total number of parking places near residential buildings - 35, Town Planning Complex - 20; simultaneous arrivals near residential buildings -) Town Planning Complex - 4 (Moscow Urban Building Norms 5.01-01).

In all yard areas we observed from 30 to 50 official cars. The actual load is from 29 to 156 cars. Consequently, on the average of 62 % of the cars is outside of equipped parking lots. Most of the cars parked in the yards are located near the set distance to the facades of houses, thus violating the requirements of Sanitary Regulations and Norms. The transport stream arriving and leaving vehicles exceeds on the average in half statutory conditions for cars near the apartment buildings in all yard areas, that is a basis of vehicle emissions requirements.

Comparison of indices of the busiest yard areas in different seasons of the year showed that in autumn the number of vehicles increased by 27 %, which significantly increases the environmental load of these areas.

After analyzing the five adjoining areas of the city, which differ according to the type of building and development of social infrastructure, we came to the conclusion that in the yard areas there is a large concentration of vehicles with the violation of parking rules and we identified legislative shortcomings:

1. Parking without taking into account distances from cars to buildings specified in Sanitary Regulations and Norms 2.2.1 / 2.1.1.1200-03;
2. Percentage discrepancy of public parking in residential areas at the request of Building Norms and Regulations 2.07.01-89;
3. The existing regulatory legislative framework does not establish clear requirements for the number of parking spaces with respect to adjoining areas, the number of passing vehicles and the responsibility for violation of parking lots in the yard areas.

#### References

1. Sanitary Regulations and Norms 2.2.1 / 2.1.1.1200-03 "Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, buildings and other objects" [Electronic resource] access mode: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_163543/?frame = 1 # p221](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163543/?frame=1#p221). - 23.10.15.
2. Building Norms and Regulations 2.07.01-89 \* "Town planning. Planning and construction of urban and rural settlements [Electronic resource] access mode: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=2713>. - 23.10.15.

3. Moscow Urban Building Norms "Car parking" 5.01-01 [Electronic resource] access mode:  
<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=MLAW;n=47764>. - 23.10.15

**MEDICAL GEOLOGY AS A CHALLENGING ISSUE  
(WITHIN THE FRAMEWORK OF HUMAN ECOLOGY)**

**A.I. Savoskin**

Scientific advisor associate professor E.V. Shvagrakova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

During the last several centuries humanity has conquered the majority of the Earth's places, no matter how far or difficult to approach they are. A high-level ability to adapt allows people not only to survive during the Ice Age, but also to transform the environment under their own preference, so humanity has become the prevailing species on the Earth. But it should be noted that people's activities not only have made the habitat of people more comfortable than in earlier centuries, but they have created a number of ecological problems.

Unlimited deforestation resulting in the massive soil erosion and species extinction, soil and atmosphere pollution by toxic wastes of factories - all these ecological problems can cause the destruction of the sustainability of ecosystems all over the world. Although general ecology deals with the elimination of the consequences of possible accidents, such scientific branches as human ecology and medical geology research the influence of human activities consequences on humanity. So, it is very important to identify what kinds of questions are studied by these scientific branches.

At first, it is necessary to select questions investigated by human ecology. The necessity of this scientific branch has arisen from the demand to know the dependence of individual and population human health on biosphere conversion. It is important to note that adaptation to the rapidly changing conditions causes the appearance of specific forms of health stresses, which are expressed in growing costs of physical and psychological reserves to prevent the pathological processes in human organisms [5].

It is very important to mention the contribution of Russian and foreign scientist in human ecology, which is expressed in promotion of the human ecology as a new interdisciplinary branch of science [4]. For example, such scientists as A. Peccei, A. King, J. Forrester and others, who were the representatives of "Club of Rome", identified the hazards of possible ecologic and demographic crisis, which may occur in the case of human impact on environmental issues. Besides, such Russian scientists as A.A. Gromyko and V.P. Lomeyko investigate effects of social problems and possible global conflicts on population health [6].

Concerning the necessity of medical geology, it is very important that this scientific branch combines and systematizes the databases of general ecology and medicine. The research area of medical geology covers the impact of geological subjects of the natural and technogenic origin on people's, animals' and plants' health.

Let us consider the range of questions that are investigated by medical geology. After comparing the situation of impact with the mechanism of impact scientists have revealed the dependence of the increase in the number of cancer, diabetes, skin and cardiovascular diseases among the population of Bangladesh, Thailand and Taiwan on the pollution of the groundwater by arsenic from the sulfide formations.

Also, it is important to remember that the contribution of Russian scientist is hard to overestimate. Due to studies of A.S. Golovin the concept of the geochemical endemicity has been confirmed, which is based on the individual geological characteristics of each region [2].

Additionally, investigations of geochemistry, mineralogy and medicine of areas and mining companies have been made by V.V. Kovalsky and A.K. Sagatelyan [1].

Besides, foreign scientists also have made their contribution in medical geology. The information about the influence of volcanic dust and gases on people's health has been obtained by medical professionals and geologists from MD Anderson Cancer Center Madrid. After the extrapolation of this information about technogenic systems of metallurgical companies the link between oncology and the certain group of elements has been confirmed [3].

Unfortunately, there are some problems that interfere in human ecology and medical geology to conduct some of researches. At the moment medical geology and human ecology are assessed only as supportive disciplines by the most of geologists and medical professionals. Such attitude causes the low interest in these disciplines, which does not allow using the majority of databases. The only solution of this problem is the cooperation between the scientists studying human ecology and medical geology all over the world.

In conclusion, it is important to note that problems of human health become more and more disputed. It means that in the nearest future such disciplines as human ecology and medical geology will become the most significant scientific branches, and the attention to these disciplines will allow dealing with the most part of problems concerned with human health.

#### References

1. Amaral A.F.S., Arruda M., Cabral S. and Rodrigues A.S. Essential and nonessential trace metals in scalp hair of men chronically exposed to volcanogenic metals in the Azores, Portugal// *Environment International*, 2008, Vol. 34, 1104–1108.
2. Farrakhov E.G., Volfson I.F. Medical geology: state and prospects in Russia and NIS. Russian Geological Society (RosGeo). Exploration and conservation of mineral resources, №2, 2010, 52 – 62.
3. Golovin, A.A., Krinochkin, L.A. and Pevzner, V.S. (2004). Geochemical specialization of bedrock and soil as indicator of regional geochemical endemicity//*Geology*, 2004, Vol. 48, 22–28.
4. Gromyko A.A., Lomeyko V.P. New mind in nuclear century. M.: International relations, 1984. 5. Kaznacheev V.P. , Preobrazhensky V.S. Human Ecology, 1988.
5. Petrova E. V. Health and the problem of human adaptation // *Philosophy of Science. Health as a problem of the natural and biomedical sciences*. M.: IF Academy of Sciences, 2008, 114-123.

**OZONE LAYER DESTRUCTION: PROBLEM SOLUTION****A.S. Seydaliyeva**Scientific advisor associate professor I.A. Matveenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

The World Ocean plays an important part in existence biological envelope on the Earth; it also determines solar energy's transformations, which give rise to living form of our planet. The World Ocean regulates the content of oxygen and carbon dioxide in atmosphere[1]. A vast number of contaminants enter into the World Ocean as a result of human activity, for example, releasing manufacturing and consumer waste into water reservoirs, dumping toxic waste or radio waste, disturbances at factories, continental off-flow, boat traffic, non-renewal exploitation, etc [4].

Rate of contaminants' arrival into World Ocean is constantly increasing exponentially. Unfortunately, it happens not only at the region levels, but also in the Ocean in general. As a result, there are some changes in concentrations of most chemical compounds in the Ocean.

However, not all of substances, released into the World Ocean in the form of waste, are dangerous for its environment. Sea water contains a large number of chemical elements; it is a reason to mention that sea water is a universally applicable solvent. So, what component can we call poisonous for World Ocean? If amount of substance is more than its flowrate and content of definite component influences all ecosystems or their parts, this substance is called dangerous for the Ocean [5].

It was revealed that there are some limits in The World Ocean water pollution. The reason is the wrong old diffused theory consisting of the idea that sea water has an absolute capacity for self-purification. A lot of people believed that all kind of waste irrespective of its quantity would be solved in water, hence, the World Ocean water would not be poisoned with any substances. As a result, the World Ocean has become just a big "natural drain damp" [1].

Oil pollution is one of the most dangerous pollutions nowadays. About 6 – 15 million tons of oil are spilled into the World Ocean every year. Oil can be spilled into water while transporting it by oil tankers. After transportation these ships need to have a balance on water, they have to fill in some parts of these ships with water. This used water is then discharged into the Ocean with the remained oil [3].

One of the most common types of the World Oceans pollution is pollution with manufacturing and consumer waste. One can say that all economically developed countries are responsible for this challenge, because a lot of big factories use rivers, lakes, seas for dumping. Cellulose and paper factories have an extremely negative effect on the World Oceans environment.

Detergents are synthetic cleaning chemicals used in human everyday life. Their production is constantly increasing. These substances form a lot of foam released into water. Detergents do not lose their foam formation even after going through different cleansing structures, so water bodies, which contain these substances, are covered with huge puff of foam. Detergents are very toxic and low-biodegradable, they are not removed by cleaning and does not solve.

Agricultural effluents are a kind of water pollution connected with pesticides using for rat and insect destruction. It is very dangerous for the Ocean too[2].

Some heavy metals, such as mercury and cadmium, often involved in manufactory wastes influence not only sea ecology but also people's health.



The rate of the World Ocean pollution with consumer commodities such as tins, beer bottles, and plastic bags is increasing. Until recently it was difficult for ships to harbor in Barcelona, Marseilles, Genoa, Naples, because water face was covered with rubbish, plastic bottles, and tires.

In 1969 Thor Heyerdahl, a famous Norwegian traveler, while in sea traveling, recognized that Atlantic Ocean is very polluted by overall consumption things. It was calculated that only in the North part of Ocean there was 35 million of plastic bottles. Each human has ever left his rubbish in forests, streets or river [3].

We can see human ecological footprint even in the deepest places in the World Ocean. Once in Puerto Rico trench the Soviet research ship trawls founded tin cans, polyethene ribbons, and latten bolts.

Problem of the World Ocean pollution is very important nowadays. A lot of world famous scientists are trying to solve this problem, people have just started to understand that we depend on the Ocean, and mankind has to save it.

Unfortunately, scientists from all over the world cannot sort out all chemicals and radioactive pollutants despite the contemporary engineering equipment [3].

#### References

1. Бруевич С.В. Научные основы десятилетней программы исследований Мирового океана. – Океанология, 1968, т.8, вып. 5
2. Воробьев В.П. Бентос Азовского моря. – Симферополь: Крымиздат, 1949
3. Израэль Ю.А. Антропогенная экология океана. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1989
4. Страны и народы. Земля и человечество. Глобальные проблемы. – М.: Мысль, 1985
5. Хорн Р. Морская химия. – М.: Мир, 1972

#### **ASSESSMENT OF MERCURY LOAD PARAMETERS OF SOLID SNOW PRECIPITATION IN OMSK AREA ACCORDING TO THE ATMOSGEOCHEMICAL SURVEY**

**V.A. Suhoruckova, A.D. Lonchakova**

Scientific advisors assistant E.A. Filimonenko, associate professor A.V. Talovskaya  
**National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia**

Nowadays a lot of toxic pollutants in the air come from anthropogenic sources. Also, some toxic substances are released into the atmosphere from natural sources. It may be volcanoes or forest fires. However, cities are the most concentrated form of anthropogenic impact on the environment.

Atmospheric aerosols containing mercury produce harmful effect on the health of the urban population, and during precipitation and accumulation in the snow cover they become a source of pollution of neighboring components of the environment - soil, surface water and others. As it was found out in previous global mercury assessments, the main industrial sources of atmospheric mercury are coal burning, mining, industrial activities that produce various metals or process other raw materials to produce cement. In these activities, mercury is emitted because it is present as an impurity in fuels and raw materials. Here, mercury emissions and releases are sometimes referred to as ‘by-product’ or ‘unintentional’ emissions or releases. Therefore, the evaluation of airborne releases of mercury from atmospheric deposition is relevant to many urban areas. [10]

To study the magnitude of the mercury load on the territory of Omsk - one of the largest industrial centers of Russia, sponsored jointly by the staff of Tomsk Polytechnic University in February 2013, realized collection of snow samples throughout the city. Sampling was carried out on a regular grid in increments of 1 km. Village Moskalenki was chosen as a conventional background. Works on the selection and preparation of the snow samples were carried out taking into account the guidelines given in the Guide over air pollution control, as well as on the basis of previous practical experience of ecological and geochemical investigations in the territory of Western Siberia.

The mercury content in the samples of solid residue of snow was measured by atomic absorption spectrometry laboratory of trace-element analysis of natural environments MINOTS "Uranium Geology" at the Department of Geoecology and Geochemistry of TPU by mercury analyzer "RA-915 +" with pyrolytic prefix "PYRO-915 +". The total number of selected and analyzed samples was 169. The participation of the authors in carrying out of laboratory analyzes is proportional; the main share of mathematical-statistical, ecological and geochemical processing of results was made by Suhorukova V.A.

*Table*  
*Ecological and geochemical parameters of the mercury load on the territory of Omsk*

	Dust load, mg/(m <sup>2</sup> *day) <sup>1</sup>	The content of Hg in the insoluble precipitate snow, ng/g	The average daily flow of mercury in the snowpack with particles of atmospheric aerosols, mg/(kg <sup>2</sup> *day) <sup>2</sup>	Coefficient of aerosol accumulation of mercury <sup>3</sup>	The relative increase in the total load of mercury <sup>4</sup>	Concentration criterion <sup>5</sup>
Medium	113	226	29	7	64	1,5
Min	28	41	6	2	14	0,3
Max	1005	752	264	23	574	5
Mode	46	201	-	6	-	1,3
Median	90	227	18	7	40	1,5
Background	3	148	0,46	5		
Coefficient of variation <sup>*</sup>	0,95	0,25	1.05	0,25	1,05	0,25

1 - Dust load ( $P_n$ ) – the amount of dust on the snow cover. Calculated as follows:  $P_n = P_0 / S * t$ , where  $P_0$  is the weight of the solid snowfall mg,  $S$  - area of the snow pit, m<sup>2</sup>,  $t$  - number of days from the beginning until the day of sampling;

2 -The total load of the chemical elements in the environment ( $P_{tot}$ ):  $P_{tot} = C * P_n$ , where  $P_{n}$  - average inflow of mercury in snow with particles of atmospheric aerosols,  $P_n$ - value of the dust load mg / m<sup>2</sup> \* d  $C$  - content of elements in the sample, mg / kg;

3 - $K_{aa} = C / KHg$  where  $K_{aa}$  – coefficient of aerosol accumulation,  $C$ -content of the elements in the sample, mg / kg = 0.033 KHg mg / kg A.A.Beusu.

4 - The relative increase in the total load of mercury ( $Cr$ ):

$Cr = P_{tot} / of$ , where  $of$  - the background load of mercury.

5-QC-concentration factor:  $CC = C / Sf$  where  $Sf$  - the background concentration value

The most contrasting technogenic halos of mercury in solid snow precipitation have spatial configuration, due to "wind rose", and placement in the south-eastern and central parts of the city. In the core of this atmochemical mercury anomaly the content reaches 752 ng / g and the area is geographically relevant to the enterprises of machine-building industry. Also in other parts of the Omsk city, the individual fixed values exceeded the mercury content in the insoluble residue of snow. Compared to the

background area (the background concentration of mercury in solid snow precipitation 149 ng / g) mercury content of the solid residue of snow in the central part of the city is 5 times more, with an average exceeding in 1.5 times.

According to the study, the change in the average daily loss of mercury from the atmosphere to the snow cover on the territory of Omsk has clearly differentiated - from 6 to 264 mg / (km<sup>2</sup> • d.), With an average value of 29 mg / (km<sup>2</sup> • d.) And background value of 0.46 mg / (km<sup>2</sup> • d.). The excess of background values ranges from 13 to 574 times. In the rest of the city the value of average daily inflow of mercury in the snow cover is between 20 to 60 mg / (km<sup>2</sup> • d.).

Aerosol accumulation ratio ranges from 2 to 23 units, with an average value equal to 7, which indicates a significant enrichment of atmospheric aerosols mercury due to anthropogenic sources.

Thus, according to the results of the study it was revealed that the man-made mercury halos are observed in the areas of mechanical engineering and tool making.

#### References

1. Skvortsov V.A. Monitoring mercury from the snow near the chemical industry // Earth sciences, tom3 2010, №2, s.156-166
2. Environmental Geochemistry / YE Saet, BA Revich, EP Janine [et al.]. - M.: Nedra, 1990. - 335 p.
3. Guidelines for the Control of air pollution. RD 52.04.186-89. M.: Goskomgidromet, 1991. - 693 p. 12
4. Guidelines for the evaluation of geochemical pollution of the cities of the chemical elements. - M.: IMGRE, 1982.-112 p. 10
5. Nazarov I.M., Friedman Sh.D., Rene O. Using the network for the study of snow surveys of snow cover pollution // Meteorology and Hydrology, 1978, number 7, p. 74 - 78. 11
6. Talovskaya A.V., Filimonenko E.A., Osipova N.A., Yazikov E.G. Mercury in dust aerosols in the city of Tomsk // Safety in technosphere. - 2012. - № 2. - s.30-34. 14 (where about research experience in the West. Siberia)
7. UNEP, 2013. Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport. UNEP Chemicals Branch, Geneva, Switzerland
8. Vasilenko V.N., Nazarov I.M., Friedman Sh.D. Monitoring of pollution of snow cover - L: Gidrometeoizdat, 1985, p. 181.
9. Yanin E.P. Mercury in the environment of the industrial city // M.: IMGRE - 1992. - 169 p. 16
10. Yazikov E.G. Ecogeochemistry urbanized areas of the south of Western Siberia: Dis. ... Doctor. geological and mineral. Sciences: 25.00.36 / Yegor G. Yazikov; Vol. Polytechnic. Univ. - Tomsk, 2006. - 423 p.

**ACID RAINS: REASONS AND SOLUTIONS****B.O. Shagdurov, B.B. Ochirov**Scientific advisor associate professor A.B. Strelnikova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Acid rain has many ecological effects, but none is greater than its impact on aquatic environments. The objectives of the present paper is to clarify the notion of acid rain; identify the causes, in particular, those connected with oil and gas industry; and outline the ways to solve this problem.

The term "acid rain" was first introduced in 1872 by English engineer Robert Smith in the book "Air and rain: the beginnings of chemical climatology" [3]. Acid rain, containing solutions of sulphuric and nitric acids, causes significant damage to the environment. Land, water, vegetation, animals and buildings become their victims. In 1996, more than 4 million tons of sulphur and 1.25 million tons of nitrate nitrogen fell as precipitation on the territory of Russia. The situation became particularly serious in the Central and Central black-soil regions, in the Kemerovo region and Altai Krai, Norilsk. As for Moscow and St. Petersburg, due to the acid rain, up to 1500 kg of sulphur per 1 km<sup>2</sup> fall to the earth annually. Significantly lower the acidity of precipitation in the coastal area of North, West and East Siberian areas [4]. The most favorable region in this regard is recognized the Republic of Sakha (Yakutia).

To give the definition of acid rain, we need to introduce the concept of acidity. The acidity of the aqueous solution is determined by the presence of positive hydrogen ions H<sup>+</sup> and is characterized by the concentration of these ions in one liter of solution. In practice, the degree of acidity of a solution is expressed in a more convenient pH value. The scale of acidity goes from 0 to 14, the smaller the pH value, the higher the acidity. The value of pH=7 corresponds to a neutral environment (chemically pure water). However clean rainwater in the absence of pollutants has slightly acidic reaction (pH = 5.6) because it easily dissolves carbon dioxide with the formation of weak carbonic acid.

Acid rain or acid precipitation are called precipitation (rain, snow, hail, fog) with a value of pH less 5.6. Compounds, which decrease the pH of precipitation, are oxides of sulphur, nitrogen, hydrogen chloride and volatile organic compounds (VOC).

The causes of acid rain can be divided into two groups: natural and anthropogenic. The natural causes include microorganisms, volcanic activity, decay of nitrogen-containing compounds and combustion of wood. The anthropogenic causes of acid rain are all the objects that pollute the atmosphere. These include: thermal power plants and metallurgical plants [1], which emit nearly 255 million tons of sulfur dioxide and nitrogen oxides; enterprises producing sulfuric acid and processing oil; cars, exhaust gases which contain up to 40% of nitrogen oxides entering the atmosphere.

From the point of view of chemistry, the mechanism of formation of acid rain is quite simple: oxides entering the atmosphere react with water molecules forming acid. Oxides of sulfur entering the air produce sulfuric acid, nitrogen oxides – nitrogen acid. We should consider this fact that atmosphere above major cities always contains particles of iron and manganese that serve as catalysts for reactions. Due to the water cycle, the water in the form of precipitation eventually hits the ground, and as a result, the acid reaches the ground as well.

The effects of acid rain are global in nature and affect nearly everyone and everything. The effect of acid rain leads to population reduction or even total loss of fish and aquatic plants in lakes and rivers. This question was crucial in the Scandinavian

countries in the late 20th century, when fish almost entirely disappeared in half of all lakes.

Another problem is degradation of forests. Acid rain does not often damage trees directly. Instead, the most likely wilt of trees because of damage to their foliage, soil acidification and destruction of nutrients in it, contact of the roots with toxic compounds that very slowly washed out from it.

Acid precipitation illustrates the threshold effect. Most of the soils, lakes and rivers contain alkaline chemical substances, which can interact with a number of acids, neutralizing them. However, regular long-term exposure to acids depletes most of these deterrent acidification substances. This leads to the death of trees and fish in lakes and rivers. If it happens, it is too late to take any measures.

Acid rains destroy buildings, pipelines, lead to breakdown cars, reduce soil fertility and may contribute to the infiltration of toxic metals in water-bearing soil layers.

As to the effects of acid rain on humans, it can significantly affect human health. For example, acid rain can cause respiratory diseases. Regardless of how harmful substances carried by acid rain gets into the body (through food, drink or air), the consequence can be not only serious illness but also death, and this applies to both adults and children.

Since the problem of acid rain is global, then it can only be solved globally. The most effective solution is to reduce emissions into the atmosphere and water. Since all power plants burning coal emit into the atmosphere sulfur dioxide, the solution to the problem is the use of coal containing less sulfur, setting filters and sewage treatment plants, the transition to other more environmentally friendly fuel. It is also necessary to reduce exhaust emissions from vehicles, which can be done by the use of alternative sources of power of vehicles, such as natural gas, electricity and combinations of alternative and gasoline-powered vehicles. It is also vitally important to reduce fossil fuels production and to turn to the alternative sources of energy, such as nuclear power, hydropower, wind energy, geothermal energy, and solar energy.

#### References

1. Human and Ecological Risk Assessment of Coal Combustion Wastes. Draft Document. U.S. Environmental Protection Agency, 2010. [Electronic Resource]. URL: <http://www.epa.gov> (date of reference: 01.10.2015).
2. Novikov Y.V. Ecology, environment and human: Textbook for High Schools. M.: FAIR-PRESS, 2000. 320 p.
3. Smith R.A. Air and Rain: the Beginnings of Chemical Climatology (Classic Reprint). Forgotten Books, 2015. 664 p.
4. Zaikov G.E., Maslov S.A., Rubaylo V.L. Kislotnye dozhd i okruzhayushchaya sreda [Acid rains and environment]. M.: Khimiya, 1991. 142 p.



**REMOTE CONTROL OF MUNICIPAL SOLID WASTE****I.A. Taykina**Scientific advisors associate professor T.A. Arhangelskaya,  
associate professor I.A. Matveenko*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

A lot of municipal solid waste, which should be disposed, is generated every day around the world. All countries solve this problem with varying degrees of success in different ways. The most popular way to dispose municipal solid waste in Russia is landfills and dumps. The share of this method accounts 75-80% of waste generated volume. [2, 4, 5].

The increasing importance of this problem points at necessity of developing high-quality and efficient state and regional programs, the need for management decisions. The decisions and programs are necessary for minimizing the impact on the environment at all stages of collection, transportation, storage, full processing, and destruction of non-recyclable part of wastes [3]. Wherein, it is necessary to have high profile of information about the location, scale, and the volume occupied by the municipal solid waste. It is required for developing the programs of implementation. But now this information is absent completely. It makes difficult to conduct government ecologic monitoring in the area of waste and making effective management decisions.

Application of remote research methods may be a way out of this situation. In particular, it is the most popular technologies and satellite operational monitoring data [3]. Satellite images contain operational information about objects of waste disposal facilities and evidence of their impact on the environment. It allows observing and forecasting the dynamic of dump's development, conducting effective and operate ecologic monitoring, revealing the problems, and monitoring operation and landfill's reclamation compliance with the rules [2]. Satellite images make possible to decrease waste of money and time for mapping and researching territories occupied with the waste because of wide field of view and high-resolution.

Effective method of waste disposal should contain the following steps: selection of the most suitable space images which include necessary technical and time characteristics, image processing with special programs, interpretation of conditions at the dumps or landfills, loading of the results in database [1].

Image quality which permits interpreting objects with sufficient reliability, to measure the area, determining coordinates and types of dumps, monitoring the municipal solid waste. Therefore, satellite images of ultrahigh resolution (0.5-1 meter) are used for monitoring. This information can be obtained by satellites such as WorldView-1,2, GeoEye, Pleiades-1A, 1B, QuickBird, Iconos and others. Ultrahigh resolution of images allows determining and mapping a dump size from 10 m. with 90-95% probability.

The control of dumps and landfills, implementation of their reclamation is provided by using different time satellite images. Thereby, total accurate monitoring is available.

In addition to the measurement of area characteristics, remote control methods allow us to measure the height of objects (with accuracy of up to 1 m.), calculate the volume of wastes by means of the stereoscopic instruments.

Besides, a number of landfill's quality parameters such as composition, landfill's impact on the environment can be determined. The parameters mentioned above permit for development of ecological passport. Determination of landfill's chemical composition becomes possible through air drones equipped with spectrometers.

Consequently, results of interpretation can be used for waste monitoring, collection, disposal and utilization. Also, it is used for monitoring of design, exploitation, and reclamation of the lands occupied by the waste. Method of reclamation helps to conduct effective ecologic monitoring in time: track and predict the development of negative processes; detect formation and dynamics of damp's development.

To choose the most suitable place for new landfills is as important as control of existing ones. Remote methods of control are useful in this area too. Using by high-resolution satellite images allows observing large area in details and choosing the most suitable area for landfill. It is applied into practice in other countries. For example, landfill area in Kerbala (Iraq) is determined by using the integration of Geographic Information Systems (GIS) and multicriteria decision analysis (MCDA) [6]. These systems include high-resolution satellite images. Satellite images of Kerbala and its environment are gathered from WorldView-2 satellite. The satellite multispectral image of Kerbala city taken in year 2010 of 0.5 meter resolution is used. Images and maps input are processed by many GIS software according to landfill site selection criteria.

#### References

1. Abrosimov, N. Sh.. Ispol'zovaniye kosmicheskikh snimkov i geoinformatsionnykh technologiy dlya monitoringa mest skladirovaniya otkhodov / Abrosimov N.Sh. // Geomatika. — 2013— №1. — P. 68-74.
2. Galitskaya, I. V. Ecologicheskiye problem obrashcheniya i utilizatsiya bytovykh i promyshlennykh otkhodov / I. V. Galitskaya // Geoecologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya: Nauchno-tekhnicheskii zhurnal. Rossiyskaya Academia nauk. — Moscow — 2005. — № 2. — P. 144-147.
3. Lipilin D. A. Monitoring svalok na territorii Krasnoyarskogo kraya po materialam sputnikovyykh snimkov (metodika i rezul'taty) / Lipilin D.A. // Sovremennyye nauchnye issledovaniya. Issue 1. - Concept. — 2013 [Electronic resource] URL: <http://e-koncept.ru/2013/53126.htm>
4. Garifzyanov R.D. Identifikatsiya i otsenka ekologicheskogo sostoyaniya territoriy razmechsheniya otkhodov metodom deshifrovaniya kosmicheskikh snimkov / Garifzyanov R.D., Batrakova G.M. // Vestnik PNIPU. Applied ecology. Urbanistics. — 2014. — № 3. — P. 86-95.
5. Ekologia goroda / Ed. by F. V. Stol'berg. — Kiev: Libra, 2000. — 464 p.
6. Riyad Al-Anbari, Aumar Alnakeeb, Mohammad A. Abdulredha. Landfill Site Selection for Kerbala Municipal Solid Wastes by Using Geographical Information System Techniques/ Eng. &Tech.Journal, Vol. 32, Part (A) ,No.13, 2014.

#### ECOLOGICAL PROBLEMS RELATED TO COAL AND HYDROCARBON PRODUCTION

Y.A. Tyurkin

Scientific advisor associate professor T.V. Korotchenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

The ecological issues related to coal and hydrocarbon production have been thoroughly discussed over the past decades. Particularly, the main concern of the global society is burning of such fossil fuels as coal, oil, and gas. The production of these natural resources may contribute to global environment pollution more than other human activities. To prove this fact, it is even enough to mention “greenhouse effect” that leads to

blocking heat from escaping, which in its turn, results in global warming. In addition, coal and hydrocarbon production contributes to acid rain and air pollution that is the cause of various human diseases and death.

The main focus of the current research is to examine coal and hydrocarbon production technology paying special attention to fossil fuels burning.

It is a well-known fact that the main constituents of coal and hydrocarbons are carbon and hydrogen [2]. Burning is termed as chemical reaction involving oxygen contained in the air. The carbon combines with oxygen to form carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), and the hydrogen combines with oxygen to form water vapor ( $\text{H}_2\text{O}$ ). A great amount of heat is emitted during these two chemical reactions. As heat is required to induce these chemical reactions, there is a chain reaction: reactions cause heat, which, in its turn, causes reactions.

During these reactions carbon dioxide is emitted, which leads to the greenhouse effect. For instance, to produce 11 million tons of carbon dioxide, a big coal-burning plant annually burns 3 million tons of coal.

However, emission of carbon dioxide is not the only environmental problem related to coal production. Presently, 60% of coal is strip-mined. This procedure involves large earth-moving machines that strip off the top soil in order to reach the coal and then scoop it up and load it into the special trucks. These machines can pick up 300 tons of coal in a single bucket load. Sometimes, it is required to remove about 70 m of top soil to reach the coal. According to the coal-mining standards and regulations, in most cases the land being excavated should be further restored and recultivated. However, these rules are not always observed. Besides, not in all regions, the excavated soil can be restored. The result is that a great amount of strip-mined land is awaiting reclamation, and new land is being strip-mined at a rate of 65,000 acres per year.

The remaining 40% of is produced from underground mines, and this number will gradually increase as strip mine areas run out. One of the ecological effects of this activity is acid drainage from abandoned mines. The ground water reacts with sulfur compounds to produce sulfuric acid which, subsequently, reaches the surface and gets into streams and rivers. This contaminates water making it unsuitable for drinking, swimming, and even industrial applications. The methods to prevent sulfur compounds from mixing with ground water are rather expensive; therefore, they are not widely being implemented.

Another ecological concern of underground mining is land subsidence, i.e. ground on the surface moving downward as the abandoned mines below cave in. This makes the buildings or other constructions on the surface to break down or destroy. To prove the gravity of the problem discussed, the following data can be provided: one-fourth of the 8 million acres that are above coal mines have subsided, 7% of the subsidence has been in cities, where the consequences are very crucial and tragic to the residents. In addition, subsidence can change the drainage patterns and make land unsuitable for farming. It should be noted that there are not laws and regulations which can force mining companies to assume responsibility for damage caused by subsidence.

The next ecological problem is fires that may start by accidents and are very difficult to put out. Some areas may smolder for several decades releasing smoke mixed with air pollutants. Due to the heat released, not only coal, but also vegetation is easily destroyed.

Above all, the profession of coal miner is the most dangerous. A person is always in contact with dirt, there is not enough room to stand up.

However, the most important health impact of coal mining is black lung disease [1]. Despite all recent improvements and inventions, this occupation is still the most dangerous one as it regularly kills over 100 men per year in the Russian Federation.

The most widely discussed ecological problem related to hydrocarbon production is oil spills. Despite the great amount of money spent on further clean-up, nevertheless, many of the beaches have been completely destroyed and numerous species of marine animals suffered a great damage.

Accidents on land can also spill oil into the oceans. The most spectacular case of this type was in Campeche Bay, Mexico, in 1979, where a well could not be capped for 280 days, during which it spilled 700,000 tons of oil into the Gulf of Mexico, doing heavy damage to aquatic life.

Oil spills or leaks can occur not only in marine environment, but also on land. The consequence of on-land oil spill is the formation of aesthetically objectionable landscape [3]. Above all, hundreds of villages, settlements have been eliminated due to the oil exploration.

In conclusion, it can be stated that there should be great social and environmental concern when petroleum and mining industry contaminate the water and land resources that the population depends on. Although more attention needs to be placed on damage that is done to the wildlife. Pollution that directly influences the health of human beings must be immediately dealt with. The government should elaborate not only the corresponding environmental regulations, but also the system of penalties and monitoring system for irresponsible mining and petroleum companies.

#### References

1. Coggon, D., Taylor, A.N. Coal mining and chronic obstructive pulmonary disease: a review of the evidence. *Thorax* 1998;53:398-407
2. Manahan, E. S., *Fundamentals of Environmental Chemistry*, Lewis, Chelsea, Mich, USA, 4th edition, 1993.
3. Raisbeck, J. M., Mohtad, M. F. The environmental impacts of oil spills on land in the arctic regions. *Water, Air, and Soil Pollution*. 1974, Vol.3. 195-208 pp.

#### RECYCLING OF PLASTIC WASTE

**D.A. Volodina**

Scientific advisors associate professor S.V. Azarova, associate professor I.A. Matveenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Nowadays, industrial activities are in exponential increase, which has a negative impact on the environment. One of the environmental unfriendly factors is various types of industrial and commercial wastes, which accumulation pollutes the environment. Plastic items production is a bright example. The high-priced metals are replaced by plastic material due to its low cost and ease in use. Plastic material is widely used in different industries such as instrument and mechanic engineering, and medical equipment industry. Such items as cases, panels, and component parts are mostly plastic. In 2000, world plastic production exceeded 220 million tons per year. 40% of the capacity is used for package material, almost 30% - production of membrane, 5% - for furniture industry, and 3% - for engineering. The rest 22% is used in construction as a material for multilayer coatings and interior work [5, 6].

Plastic waste disposal has been of a global character since 1990. The main source of plastic wastes is mostly domestic wastes (about 70%), trade and industry (a bit less than 20%), agriculture and construction (3-5%), and even transport (up to 6%). [5] Plastics are not exposed to decomposition and corrosion, so it is difficult to destroy them. However, being direct plastic utilization, plastic waste burning, though in special installations, can release harmful toxic emissions into the atmosphere. Therefore, plastic recycling is considered to be much more environmental friendly and beneficial process.

Recycling is a return of many materials which are contained in the waste industry, construction and domestic sphere to the industrial production. There are several ways of plastic waste recycling [1, 3]:

1. Recycling of industrial technology;
2. Pyrolysis and incineration with municipal solid waste;
3. Use of plastic waste as a material for other processes;
4. Ground disposal in landfills and dumps.

The most effective method of disposal is recycling of plastics for industrial technology. This method is divided into several stages: The first step is separation of non-plastic components, such as cardboard, paper products, wood, and metal items from plastic ones with further segregation.

The second step is shredding of plastic wastes to the required size (sometimes it is done several times). The third step is washing and cleaning the crushed waste. The fourth step is plastic waste separation according to different types of plastic. There are two cases: if it is the wet method, first comes classification of waste produced, and then drying; if it is the dry methods, at first ground waste is dried and then classified. The dried waste is pelletized with stabilizers, colorants, and fillers. The granulated material is processed and a product is made at the final stage. This processing method is very time-consuming and expensive, so, steps 3-5 are sometimes excluded from the process.

Another important technique of plastic waste recycling is using it as a material for production process. If plastic waste is used in construction material production, such technology is tolerant to presence of some non-plastic wastes. This method of processing does not require plastic to be separated, sorted out and cleaned [1]. In this case, plastic waste is recycled through hot shaping. Plastic waste is mixed with a binder solution or hydrated gypsum. Such solutions can be applied to coating, blocks, panels, and cladding material. Pavement can be produced by mixing the bitumen and thermoplastic waste, mineral oil or excipients. Thermal methods are used when it is impossible to dispose waste or find their practical application. Pyrolysis is oxygen free (burning) recycling of plastic waste.

This method is completely safe, as there are no emissions into the atmosphere in this case. Pyrolysis is carried out in several stages: 1) The top of the reactor pyrolysis plant receives solid domestic waste, which descend below through superimposed retort. In the upper layers of the reactor the raw material is dried and fed into the reactor itself. Thereafter, the crude product is delivered to the reactor, and pyrolysis process takes place. Post-consumer recycled waste is in the lower part of the reactor and discharged to the outside. Result of pyrolysis is the organic complex compound structures which are simple, non-toxic liquid, gaseous or oily. These compounds have no fixed melting point: they are broken down and then melted. Fusion time is up to tens of minutes. Temperature determines the speed of the process depending on the crude product.

The disadvantages of dumping of wastes are significant waste disposal costs for waste transportation. For dumping there should be a large amount of available lands. The



downside of this process is the spread of infection, contamination of ground water and the atmosphere, fires.

People around the world have long recognized that throwing trash is uneconomic, because the garbage is potentially raw. In some European countries, there is the law of separate waste collection, which greatly helps to cope with such a serious problem as waste. For Russia, the recycling of waste polymers is new; everything is just beginning to develop. However, in many cities there are already some plastic processing plants. For example, the Moscow Company "Eco-System" has been cooperating with many cities in Russia and produces disposition of garbage. In Tomsk, there are also collection points of plastic waste [2]. After collecting the waste polymers from the population, the garbage is sent for processing to the chemical industry specialized in the production of polystyrene. Nevertheless, this is just the beginning of the process; at present plastics processing becomes very relevant [4]. When we take recycling, we not only recycle the waste industry, but also save environmental resources. Recycling of plastic waste is much safer and more efficient than burning or burial. Raw materials, which are produced during the recycling, can be used in many industries. Sooner or later, the recycling of plastic waste will contribute to the improvement of ecological climate, increase in the number of business companies, both small and medium ones providing new opportunities for employment experts, the preservation of not only environment, but also Russia's energy resources.

#### References

1. Grinin A. S., Novikov V. N. *Promyshlennyye i bytovyye otkhody. Khraneniye, utilizatsiya, pererabotka* [Industrial and household waste. Storage, disposal, recycling.] Moscow, Fair-Press Publishing, 2002, 336 p.
2. Punkty priema plastmassovykh otkhodov v Tomske. [Points of reception of plastic waste in Tomsk] Available at: <http://punkti-priema.ru/plastik/tomsk>
3. Waste Recycling: specialized information-analytical magazine. Available at: [http://www.wasterecycling.ru/o\\_zhurnale.jdx](http://www.wasterecycling.ru/o_zhurnale.jdx)
4. Ustinov V.A., Kozlita A. N., Lyul'kin M.S. Selecting the temperature in the apparatus based on the pyrolysis process chemistry / Electronic scientific journal "Petroleum engineering", 2011, no 3, p. 208-215. Available at: <http://ogbus.ru/>
5. An Introduction to Plastic Recycling. Plastic Waste Management Institute, 2009, 33 p.
6. Plastic Waste in the environment. European Commission DG ENV, 2011, 171 p.

#### **CURRENT ISSUES IN ECOLOGICAL MONITORING**

**A.A. Voronko, V.A. Shakirov**

Scientific advisor associate professor I.A. Matveenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

The modern term "monitoring" refers to observation, analysis and assessment of environmental conditions, its changes under the influence of human economic activity, as well as prediction of these changes. Testing results on a destructive action of water, wind, earthquakes, avalanches, etc., people have long realized the elements of monitoring, accumulating experience in weather forecasting and natural disasters. Such knowledge has always been necessary in order to reduce possible damage to human society and natural hazards, most importantly, reduce the risk of human losses.

The consequences of the majority of natural disasters should be assessed on all sides. For example, hurricanes, destroying buildings and causing casualties, as a rule, bring heavy precipitation, which in drylands provide a significant increase in yields. Therefore, the organization of monitoring requires in-depth analysis, including not only economic aspects of the question but, especially, the historical traditions, culture of each particular region.

Satellite of human activity is increasing in their various disasters. Natural disasters always occur. They constitute an element of the evolution of the biosphere. Hurricanes, floods, earthquakes, tsunamis, forest fires, etc. every year bring great material damage, absorb human life. At the same time growing anthropogenic strength causes many accidents. Regular failure of tankers with crude oil, the accident at Chernobyl, the explosions in factories and warehouses with the discharge of toxic substances and other disasters are not predictable, and they are the reality of our time. Increase in the number and capacity of accidents demonstrates our helplessness in the face of an approaching human ecological disaster. The only thing that can somehow assist the humanity is large-scale introduction of monitoring systems. Such systems have been successfully introduced in the North America, Western Europe and Japan. In other words, the answer to the question of the necessity of monitoring can be solved positively.

In recent publications, the importance of the design stage (or planning) of effective monitoring system has been noted [1]. It is emphasized that these proposed schemes or structure design is relatively easy to apply for a simple local monitoring systems, together with the design of national monitoring systems that face many challenges related to their complexity and contradictory. The essence of designing a monitoring system should consist of establishing a functional model of its work or planning the entire process of information treatment, where the quality of the set goals is prior to the issuance of information to the consumer for decision-making. Since all the stages of obtaining information is closely related to each other, insufficient attention is paid to the development of any stage that will inevitably lead to a sharp decrease in the value of all the information received. Based on the analysis of building national systems, we can distinguish the basic requirements for the design of such systems. In our opinion, these requirements must be presented in the following five basic steps (by the example of water quality monitoring system):

- 1) identification of tasks of monitoring water quality and requirements for information needed for their implementation;
- 2) establishing an organizational structure observation network and the development of principles of conduct;
- 3) construction of the monitoring network;
- 4) development of a system for receiving data information, and provision of information to consumers;
- 5) establishment of information verification system that would meet the corresponding initial requirements and revise, if necessary, the monitoring system.

When designing monitoring systems, one should remember that its results directly depend on the volume and quality of initial information [2]. It should include as much as possible detailed data on spatial and temporal variability in water quality, biota, sediment; it should also include details on the types and volumes of economic activity in catchments, including information on sources of pollution. In addition, there is need to rely on all legislation relating to the control and management of water quality, considering financial, general physical and geographical situation, as well as the basic ways of managing water quality and other information.

There is another rather curial issue is the problem of controlling the emission of pollutants by industrial enterprises. Maximum permissible concentration (MPC) is termed as concentration that does not affect directly or indirectly a man and his/her posterity, well-being, and sanitary living conditions.

Let us examine the information on MAC received by all departments and analyzed by MGO (Main Geophysical Observatory). To determine the values of air, the measured concentrations are compared with the maximum allowable concentration; after this the number of cases when MPC was violated, as well as how many times the maximum value was higher than the MPC is determined [3]. The average concentration for a month or per year is compared to long-term MPC. The state of air pollution including several substances, observed in the atmosphere of the city, is evaluated using an integrated index - the index of pollution of the atmosphere (IZA). The results have shown large concentrations of sulfur dioxide. The degree of air pollution with the major pollutants is directly related to the industrial development of the city. The highest maximum concentrations are typical for the cities with populations over 500 thousand inhabitants. Air pollution is caused by specific substances depending on the type of industry, development in the city. If there several large industries or enterprises in a city, this contributes to a very high level of air pollution, and the problem of reducing the emissions of many specific substances still remains unsolved.

To conclude, it can be stated that nature conservancy is a basic challenge of our century which has already become social in character. Again and again, one may hear about the danger to the environment. While many people find this information unpleasant, they still regard it as an inevitable product of civilization and believe that humanity still has time to deal with all the difficulties. However, the impact of humans on the environment has taken alarming proportions. To address this issue, it is important to deliberate a plan of thoughtful action. Accountable and effective policy towards the environment would be possible only if people have accumulated good data on the current state of the environment, sound knowledge of the interaction of important environmental factors. Based on such qualitative data, it would be possible to develop new methods to reduce and prevent harm to nature. The development of environmental monitoring programs and industrial environmental control is proposed.

#### References

1. Clarke, R. The Handbook of Ecological Monitoring. – Oxford: Clarendon Press (Oxford University Press), 1986 – 298 p.
2. Sampling Design for Aquatic Ecological Monitoring: Methods development. Appendices, Volume 2. – Washington: University of Washington, Department of Civil Engineering, 1984.
3. Tiwary, A., Colls, J. Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation.- New York, London: Routledge, 2010 – 501 p.

**DESIGN OF AUTOMATED HYDROCARBON PURIFICATION FACILITY MACHINE****A.A. Yurkin, V.A. Bokor, P.S. Haritonova**Scientific advisors associate professor N.V. Chukhareva, associate professor T.V. Korotchenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

The oil industry's continued progress advances the application of resource-efficient technologies based on technical, economic, and environmental principles. The violation of the above principles generally causes the loss of irreplaceable natural resources and, as a result, environmental damage. Therefore, the international ecological standards ISO 14000 aim to persuade companies to take more responsibility for violation of these principles and regulations [1]. However, financial costs annually incurred by petroleum companies because of oil and gas transportation accidents do not decline [2]. This necessitates improvements in the existing technologies and development of new ones which would be effective in oil spill detection, elimination, and further treatment of oil sludge.

The treatment machine produced by Swedish company «Alfa Laval» has been chosen as one of the most highly positive examples [3-4] for oil sludge processing. The main characteristics of the machine are listed in table 1. All calculations were made per one month of machine operation given that it was a five-day working week and 8-hour work day. The calculations involved the current price for oil sludge treatment (1250 rub/m<sup>3</sup>).

Having considered all the advantages and limitations of «Alfa Laval» technology, the authors have made an attempt to develop a new machine within import substitution framework with due regard to the listed characteristic features (table 2).

Table 1

*«Alfa Laval» machine characteristics*

<b>Company</b>	<b>Power</b>	<b>Cost</b>	<b>Processing capacity</b>	<b>Treatment methods</b>
LLC «Alfa Laval»	45 kW	13 000 000	9 m <sup>3</sup> /h	Phys-Chem-Bio
<b>Price for a block</b>	<b>Cost of operation (network)</b>	<b>Cost of operation (field)</b>	<b>Total profit</b>	<b>Payback period</b>
N/A	34 560	N/A	1 800 000	7,5 months.

Table 2

*Characteristics of the proposed machine*

<b>Company</b>	<b>Power</b>	<b>Cost</b>	<b>Processing capacity</b>	<b>Методы очистки</b>
The proposed machine	15 kW	1 545 200	2 m <sup>3</sup> /h	Physical
<b>Price for a block</b>	<b>Cost of operation (network)</b>	<b>Cost of operation (field)</b>	<b>Total profit</b>	<b>Payback period</b>
300 000 - 450 000	11 520	47 232	400 000	4 months

Due to physical treatment methods, it has become possible to recover good quality oil from waste oil sludge, with its composition being the same. This cannot be achieved in other ways. Therefore, it can be stated that the proposed treatment machine is resource-efficient and it enables to partially reprocess waste oil sludge prior to reuse or disposal.

The authors have carried out the feasibility study in terms of short-term prospect (3 years) and long-term prospect (10 years) of the proposed machine implementation including Swedish analogue if using only physical methods of treatment (table 3).

Table 3

*Profit and work volume comparison for short- and long- term prospects*

Parameters	«Alfa Laval» (1 machine)	Proposed machine (4 machines)
Processing capacity (m <sup>3</sup> /hour)	9	8
Expenses (facility assembly and energy, 3 years)	14 244 160 rubles	6 595 520 rubles
Total profit (3 years)	25 920 000 rubles	23 040 000 rubles
Volume of processed material (3 years)	51 840 m <sup>3</sup>	46 080 m <sup>3</sup>
Expenses (facility assembly and the energy, 10 years)	17 147 200 rubles	7 563 200 rubles
Total profit (10 years)	86 400 000 rubles	76 800 000 rubles
Volume of processed material (10 years)	172 800 m <sup>3</sup>	153 000 m <sup>3</sup>

The most significant findings to emerge from this study are as follows:

- the proposed project is of low cost in comparison with European analogues;
- due to high mobility, small number of staff required to operate the machine and absence of consumables, it is possible to provide more cost-effective in-situ oil spill response as compared with the ex-situ methods;
- having a proper financing, the further development and serial production of the proposed machine will provide qualified specialists with new workplaces and contribute to addressing the issue concerning small local spills far from big refineries.

#### References

1. Russian Business Consulting (RBC) [Electronic resource]: Russian Business Consulting / Electronic journal. M., 2000. URL:[http://t.rbc.ru/tyumen\\_freeneews/19/11/2014/956527.shtml](http://t.rbc.ru/tyumen_freeneews/19/11/2014/956527.shtml) (reference date 27.01.15).
2. Independent Newspaper [Nezavisimaya gazeta]. [Electronic resource]: Electronic journal. M., 2000. URL: [http://www.ng.ru/ng\\_energiya/2014-12-09/11\\_vred.html](http://www.ng.ru/ng_energiya/2014-12-09/11_vred.html) (reference date 27.01.15).
3. Storm-15 Machine. [Electronic resource]: official web site “Man oil group”. URL: <http://www.manoilgroup.com/media/storm-15-ru.pdf> (reference date 17.09.14).
4. “Alfa Laval” machine. [Electronic resource]: Official site “Alfa Laval”. URL: (reference date 10.09.14).



**OZONE LAYER DESTRUCTION: PROBLEM SOLUTION****A.V. Yagnitsina**Scientific advisor associate professor I. A. Matveenko  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

The ozone layer is a layer of air in the upper atmosphere with the highest ozone content formed as a result of ultraviolet solar radiation impact on molecular oxygen (O<sub>2</sub>). The molecule of ozone consists of three atoms of oxygen. The ozone layer is located at an altitude of 25-30 km in tropical latitudes, moderate – 20-25, in the polar – 15-20. The ozone layer of the atmosphere is very thin. It protects life on the Earth from a pernicious ultraviolet light of the Sun.

The aim of the study is to examine the literature on the problem of ozone depletion, to learn the proposed ways of solving this problem, summing up the methods of ozone layer protection. In accordance with the purpose of research there are the following tasks: to study the literature and other sources on the subject, select the appropriate information, analyze the selected information to draw a conclusion on the selected information.

Scientists learned about an ozone layer of the atmosphere in the 1970's. It was discovered that derivatives of chlorofluorocarbon (cryofluorane 14) (the compound which is applied in refrigerators, air conditioners and aerosol cans) can destroy ozone. Under the influence of solar radiation cryofluorane 14, rising in the upper atmosphere, forms chlorine which splits ozone.

The ozone layer is also destroyed by jet aircraft and launching space rockets. The fuel "burns out" big holes in the ozone layer, and the airplanes which, especially flying at great height, throw out the substances perniciously influencing a status of an ozone layer.

The human activities leading to destruction of the ozone layer are of the greatest concern.

In 1985, English scientists found huge "hole" in the ozone layer over Antarctica. The ozone hole is a local drop in the concentration of ozone in the ozone layer of the Earth. Depletion of the ozone layer contributes to the intensive penetration of solar radiation to the Earth and causes some cancer formations of human skin. Besides, elevated radiation leads to a sharp increase in the mortality rate among the marine animals and plants. Moreover, depletion of ozone layer can result in unpredictable change of climate on the Earth. The ozone layer prevents heat from dissipating over the Earth surface. In the course of reducing the amount of ozone in the atmosphere air temperature decreases, the direction of the dominating winds changes and weather changes. Droughts, crop failures, shortage of food and, as a result, hunger can be among the consequences of ozone layer depletion. Some scientists estimate that even if measures are taken and all productions resulting in destruction of the ozone layer stop, then it will take about 100 years to restore it in its entirety.

On September 16, 1987 representatives of twenty-four countries met in Montreal and signed the agreement under which cutting the use of ozone-depleting CFC by half was to be undertaken by 1999. However, due to worsening conditions in 1990 in London amendments to the Montreal protocol was signed up according to which the list of adjustable CFC included ten substances more were adopted. Since then the protocol was exposed to revising seven times in 1990 (London), 1991 (Nairobi), 1992 (Copenhagen), 1993 (Bangkok), 1995 (Vienna), 1997 (Montreal) and 1999 (Beijing).

Thanks to signing of the Montreal protocol, corrections and adjustments to it, as well as the measures for the decrease in output of ozone-depleting substances by 2005 the volume of world annual production and consumption of these substances was reduced by

95% as compared to the level of 1989. The total amount of the ozone-depleting substances and their substitutes released into the atmosphere for this period was reduced by 81.1%. Since the documents came into force, the concentration of ozone-depleting substances in the atmosphere began to decline. The systematic failure from ozone-depleting substances had the positive effect on global climate, most of these substances being significant greenhouse gases.

On September 16, 1994 the General Assembly proclaimed the protection of the ozone layer in the memory of that day in 1987, when the Montreal protocol was signed. The states were offered to devote this Day to promotion of activities according to the tasks of the Protocol and its corrections.

Saving the ozone layer as well as the whole planet is a matter of every person. Buying the air conditioner or refrigerator, much attention should be paid to how a compressor works. By 2010, Freon R22 had been banned in many countries. Therefore, buying an outdated technology, you will certainly do harm to the atmosphere. Our task is to minimize the use of chemicals in sprays such as deodorants, hair sprays, air fresheners, polishes, etc.

It is no secret that one of the main pollutants are vehicle exhaust. Limit your drives on private cars, preferring the public transport or, even better, bikes.

Green plantings enrich air with oxygen and hinder depletion of the ozone layer. Therefore, it is necessary to participate in planting our cities.

In addition, one needs to reduce amount of wastes because their processing will do irreparable harm to the atmosphere. Therefore, it is appropriate to use environmentally friendly bags, refuse from polyethylene in our everyday life. One of the ways of contributing to ozone layer preservation is using the water filters, having refused from bottled water.

#### References

1. Baird, Colin. Environmental Chemistry / C. Baird, M. Cann. 5th ed. – New York: W. H. Freeman and Company, 2012. – 818 p.: il. – Index: p. 785-818.
2. Demchigzhav, Munkhabat. The problem of ozone layer in the world and in Mongolia [Electronic resource] / M. Demchigzhav // Scientific initiative of foreign students and post-graduates in Russian universities: proceedings of the VI All-Russian scientific-practical conference, Tomsk, 24-26 April, 2013: in 2 vols. – 2013. – V. 1. – P. 56-58.

#### **ECOLOGICAL PROBLEMS IN PETROLEUM ENGINEERING AND INDUSTRY**

**V.S. Yassenko**

Scientific advisor associate professor R.N. Abramova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

The environmental impact of petroleum is often negative because it is toxic to almost all forms of life. When people began the exploitation of oil and gas fields, they did not think about the consequences of intensive extraction of these natural resources. A use of oil and gas as fuel hides a lot of danger. These products during burning emit carbon dioxide, nitrogen oxide, etc. Reducing the amount of oxygen in the atmosphere and increasing the number of carbon dioxide influences the climate.

*Air pollution.* The main role of air pollution belongs to the planes and cars. Modern planes absorb 35 tons of oxygen during the Atlantic Ocean crossing. Cars which amount to about 500 million have a great influence on our environment too. Emissions of one average vehicle are 135 kg of carbon per year, 25 kg of nitrogen per year, 20 kg hydrocarbons per year and 4 kg of sulfur. Besides the impact of factories, power and heat plants is rather high. A usual power plant working on heavy fuel oil throws out 500 tons of sulfur into the atmosphere every day. High temperatures created by the burning of petroleum cause nitrogen gas in the surrounding air to oxidize, creating nitrous oxides. Nitrous oxides, along with sulfur dioxide from the sulfur in the oil, combine with water in the atmosphere to create acid rain. Acid rain causes many problems such as dead trees and acidified lakes with dead fish. Acid rain leads to increased corrosion of machinery and structures, and to the slow destruction of archaeological structures like the marble ruins in Rome and Greece.

*Water pollution (Oil spills).* People pollute water reservoirs unsparingly. Every year from 2 to 10 tons of oil is dropped into the world oceans. Especially, this concerns the polluted waters of the Mediterranean Sea and the Atlantic Ocean. A liter of oil deprives oxygen of 40 thousand liters of seawater. A ton of oil pollutes 12 square km of ocean surface. There are a lot of source of income of oil into the seas and oceans: tanker crushing, accidents on drilling platforms, also rivers bring such polluting substances. The most striking example of the possible scale of oil spills in Russia, as a result of the poor state of infrastructure, was a leakage of oil in the Komi Republic, where during 6 months about 100 thousand tonnes of crude oil was leaking into the environment. The reasons were cracks, holes and gaps in the pipelines.

The Deepwater Horizon oil spill is considered the largest accidental marine oil spill in the history of the petroleum industry. 5 million barrels of oil poured through the gaps into the pipes of the well at a depth of 1,5 km in the Gulf of Mexico during 152 days. The oil slick reached the area of 75 thousand square kilometers. As a result of the oil spill the coastal pollution achieved 1770 kilometers in length. More than 6814 dead animals, including 6104 birds, 609 sea turtles, 100 dolphins and other mammals, and 1 reptile were found in November 2, 2010.

How will we solve these problems? How we are going to save inhabitants' lives? Such questions usually scientists, ecologists, petroleum engineers ask. Swedish and British experts suggest using old newspapers, pieces of wrappers, scraps of paper factories to clean out the seawater from oil. They are able to absorb more in 28 times the amount of oil concerning to their own weight.

*Deformations of the earth's surface.* It is a result of the extraction of oil, gas and groundwater. The earth's surface movement can be much more serious than the tectonic movements of the earth's crust. Settling of the earth's surface often leads to the destruction of pipelines, cables, railways, roads, power lines, bridges and other structures. This subsidence can cause landslides and flooding of the lower parts of the territory. In addition, forest cutting down, construction works, installation of drilling equipment (consequences of exploration and exploitation of oil fields) in the northern regions lead to the destruction of the upper layer of peat, which provides isolation of permafrost, which contributes a violation of thermal balance and changes in the ecosystem.

Nowadays there is a large-scale oil and gas development in the sea of Okhotsk, where whale summer habitats are situated. Operations development threatens the existence of this species because a significant part of the whale feed zones are within the territory of the Sakhalin-2 field.

The main task nowadays is to minimize undesired consequences by the rational use of natural conditions. Oil and gas industry will be more ecologically-friendly if we follow the next points:

1. develop new oil and gas fields in faraway areas.
2. improve the level of professional training of petroleum engineers and apply new technologies in order to carry out the exploration effectively as we and develop new oil and gas fields.
3. make better environmental conditions and compensate ecological consequences made by oil companies.
4. dispose oil associated gas.

Careless handling of oil can cause big troubles. We should use natural resources carefully and considerable. Oil requires an attentive attitude. All who deals with oil and gas industry should know it.

#### References

1. Экологические проблемы нефтяной промышленности [Electronic resource] <http://neftegaz.ru/analysis/view/6078>
2. Экологические проблемы и нефтегазовая промышленность [Electronic resource] <http://ecoclub.nsu.ru/isar/mu7/4.html>
3. Deepwater Horizon oil spill [Electronic resource] [http://en.wikipedia.org/wiki / Deepwater Horizon Oil Spill](http://en.wikipedia.org/wiki/Deepwater_Horizon_Oil_Spill)

#### **ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF OIL PRODUCTION IN THE ARCTIC**

**M.V. Yurkova, V.V. Tsynguev**

Scientific advisors associate professor L.A. Krasnoschekova,  
associate professor D.A. Terre

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

In the spring of 2015 on the shelf of the Pechora Sea in the area of Nenets Autonomous Okrug the commercial oil was produced for the first time, which thereafter was sent to consumers. This event is the starting point for development of the Arctic as a region of hydrocarbon production, which is comparable to the resource base of Saudi Arabia.

At present it is little-known about the Arctic territories, but the information that has been obtained as a result of the expeditions is enough to state with confidence that oil and gas deposits on the Arctic shelf are significant [1].

The world's leading oil and gas producing companies are currently carrying out global researches on the territory of the Arctic shelf in order to develop a new resource base of Russia.

However, considering all the evidence of perspective development of the Arctic as a petroleum province of the future, one should remember that the Arctic is one of the regions, which is connected with other parts of the Earth, so, despite the remote access, the harmful pollutants can enter the Arctic territory by air, sea and river flows. Scientists have estimated that in Russia there are about hundreds of areas where indicators of pollution exceed significantly permissible levels. Some of them are associated with the activities of the oil and gas complex [2].

There are a number of environmental issues that arise in the Arctic as a result of the oil industry activities within the territory:

1. **Contamination of soil.** According to experts, about 500 hectares of land are polluted during the construction of the trunk pipeline which is 100 km long. Due to climate conditions, the restoration of plant communities on the territory of the Arctic is very slow, and technologies of cleaning up contaminated lands are ineffective. The oil polluted areas are most often exposed to sanding; thus, a simulation of soil reclamation activities is provided.

2. **Large-scale oil spills.** Oil production and its further transportation are quite often accompanied by large-scale spills, the consequences of which affect the world's population. The oil that is released in the Arctic has the ability to spread over large areas. Harmful substances which are components of oil get into Eurasia and North America, with water and air streams, having a devastating impact on the flora and fauna (Figure).

Drilling in the Arctic shelf environments is a very dangerous and risky process, as currently there is no successful experience of oil spill response actions under ice conditions. At low temperatures, it becomes difficult to pump oil, as it becomes very thick. Consequently, the usual tools for spilled oil collection become ineffective under these conditions. There is another method of oil spill disposal, which is based on burning, but it must be used within the first 50 hours since the accident took place as after that period oil becomes unsuitable for burning.

3. **Climate change.** Oil separation causes emission of associated petroleum gas which is either released into the atmosphere or burnt. Associated petroleum gas contains methane - a greenhouse gas that contributes to climate change. The result of increased methane content in the atmosphere is intense warming in the Arctic region, which exceeds almost twice the permissible limits around the globe. Such a sharp increase in temperature entails a number of consequences: changes in the amount of average annual rainfall, increase of the depth of permafrost thawing, decrease in sea ice coverage. This brings about new island occurrences, which were hidden under the ice cover until recently.

It also should be noted that the high content of methane in the surface air can lead to explosions during oil and gas exploration and production on the Arctic shelf [3].



Figure 1– Collection of spilled oil on the coast of Norway  
(photo from the site: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/protect-the-arctic/threat-to-the-Arctic/#link>)

4. **Contamination of groundwater.** One of the main problems in the regions where oil industry is increasingly developing is the poor quality of groundwater. For



example, in Yamalo-Nenets and Nenets Autonomous Okrug, the content of hydrocarbons in drinking water exceeds the permissible limits.

At the moment, the pollution of the Arctic affects local areas. However, due to the fact that modern society is very dependent on oil, major oil companies are moving into Arctic areas in order to find oil without paying attention to damage that is caused to its unspoilt nature. Over the past decade pace of oil and gas industry development has harshly increased in the Arctic shelf region which has already caused environmental degradation.

#### References

1. Zolotova M. (2014) Arktike net alternativni *Odnako*. [Internet resource] – Retrieved from URL: <http://www.odnako.org/almanac/material/arktike-net-alternativi/> (access date 27.10.2015).
2. Ponomarev V. (2014) Shelfoviy proryiv *Expert*. №34. [Internet resource] – Retrieved from URL: <http://expert.ru/expert/2014/34/shelfoviy-proryiv/> (access date 27.10.2015).
3. Shakhova N.E. Semiletov I.P. Methane Hydrate Feedbacks // Arctic Climate Feedbacks: Global Implications / Ed. M. Sommerkorn, S. J. Hassol // WWF International Arctic Programme, August, 2009. pp. 81–92.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
<b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ</b>	
Чубик П.С. ТПУ – крупный научно-образовательный центр: вчера, сегодня, завтра.....	7
Дмитриев А.Ю. Институт природных ресурсов – современный учебно-научный центр с вековыми традициями.....	19
<b>СЕКЦИЯ 1. ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ</b>	
Аламов А.Д. Космический мусор: проблемы и возможные решения.....	22
Алименко Т.Г., Митько Ю.В. Влияние способа добычи полезных ископаемых на природную среду на примере Республики Беларусь.....	24
Арокина П. И., Чиркова В.И. Геоэкологические аспекты горной добычи (на примере г. Абаза)	26
Банщиков А.А. Особенности техногенного воздействия на гидросферу урбанизированных территорий криолитозоны (на примере г.Чита)	28
Викулина Д.А. Анализ воздействия отработанных жиров предприятий питания на окружающую среду	30
Роотс В.А., Воробьев В.И. Влияние автотранспорта на окружающую среду в крупных городах	31
Гатина Н.В. Проблемы ограниченного использования земельных участков под электрическими сетями	33
Горбунова А. Р. Рекультивация нарушенных земель в Кузбассе	35
Брыксин Н.С., Велякина Г.Ф., Запольская Н.С. Рекультивация нарушенных земель с сохранением верхних ценных литогенных ресурсов в условиях Кузнецкого угольного бассейна	37
Капустина А.А. Геоэкологические проблемы газотранспортной системы	39
Кирина В.Д. Обзор экологических проблем Кемеровской области	41
Коростелев В.С. Применение программного обеспечения ООС – 1С ПРЕДПРИЯТИЕ 8.3 для ведения экологического учёта на предприятии	44
Макоева М.Ю. Деградация почвенных ресурсов Республики Северная Осетия-Алания	46
Мишанькин А.Ю. Исследование фиторемедиации почв, загрязнённых радиоактивными веществами, на примере <i>горчицы белой</i>	48
Нестерова Т.А. Экологические последствия вулканических извержений	50
Никитенко С.М., Гоосен Е.В. Региональные аспекты комплексного освоения природных ресурсов	52
Польшикова А.Е. Экологические проблемы утилизации попутного нефтяного газа	55
Сорокина А.М. Минералогия и гидрогеология на условных этажах пещеры Кизеловская-Виашерская (Пермский край)	57
Старова А.С. Анализ состояния и перспективы развития зеленых насаждений общего пользования г.Новокузнецка	59
Сухоруков В.В. Оценка эмиссии метана автотранспортом мира	60
Тайкина И.А. Мониторинг складирования твёрдых бытовых отходов методами дистанционных исследований	63
Чиркова В.И., Арокина П.И. Характеристика геоэкологической ситуации на территории микрорайона «Абаза-Заречная»	65
Шумилова Т.Н. Влияние обстановок осадконакопления в среднеюрскую эпоху юго-востока Западной Сибири на формирование экологических систем	67

Энгельбрехт-Зенкина З.В. Региональная экология и энергосбережение на примере метропольрегиона Рейн-Неккар (Германия)	70
Юркин А.А., Бокор В.А., Харитонов П.С. Проектирование автоматизированной установки для переработки и утилизации нефтепродуктов	72

## **СЕКЦИЯ 2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ**

Аксёнова Ю.Э., Анализ системы обращения с отходами на территории муниципальных образований (на примере Колпашевского района Томской области)	75
Ангахаева Н.А., Селевые явления и их роль в установлении водных и земельных отношений в Тункинском национальном парке (Бурятия)	77
Белая Т.Г., Батраков Д.В., Гапонов Д.А. Плотность потока радона на территории Октябрьского района города Ростова-на-Дону	79
Меховников С.А., Блюм Е.А. Роль РФ в вопросах мировой энергетической безопасности	81
Бобокбаев Ш.Р. Экологический риск прорыва озера Сарез	83
Губина К.А. Экологизация газового сектора в РФ: проблемы и перспективы (на примере Юрхаровского газоконденсатного месторождения, Ямало-Ненецкий автономный округ)	85
Дорохова Л.А. Устойчивое развитие Дальнего Востока: экологические аспекты	87
Еремин А.С. Проблемы регионального неравенства в развитии российских регионов	89
Иванов В.А. Проблема взаимосвязи науки и техники с другими культурными феноменами	91
Ключникова Ю.О. Проекты по подземному захоронению диоксида углерода	93
Коваль Е.В. Анализ индикаторов энергоэффективности России	95
Колодная М.И., Каташова А.Е., Проблемы роста площадей загрязненных земель	97
Кряжева Н.А. Бестраншейная технология как метод снижения экологических рисков прокладки трубопровода	100
Кузикова В.А. Обеспечение градостроительной информационной системы города Томска потенциально опасными показателями по развитию экзогенных условий	102
Кузьмина Е. Г. Анализ энергосбережения в российской экономике	104
Макарцова Е.С., Ушакова Н.С. Динамика территориального изменения снежных отвалов в городе Томске	107
Максимова Д.И. Анализ экологических рисков Кемеровской области	109
Метгулиева А.В. Экологическая эффективность утилизации ХИТ сухим методом	111
Мех А.А. Цели и задачи экологической политики АО «Транснефть-Центральная Сибирь»	113
Осипова В.В. Целевая программа ООО «БИАКСПЛЕН ТОМСК» в области защиты окружающей среды	115
Павлова И.В. Проблемы геоэкологии зоны влияния проектируемого Эльконского горно-металлургического комбината (Республика Саха (Якутия))	116
Перегудина Е.В. Прогнозная оценка влияния отработки комплексных железоредкоземельных руд Западно-Сибирского пояса на экосистему Бакчарского Васюганья (состояние вопроса)	120
Пожарская О.Д. Анализ системы обращения с отходами на территории муниципальных образований (на примере Тегульдетского района Томской области)	122
Русланова К.Р. Прогнозирование оползневых процессов на территории Аламудунского района Кыргызской республики	124
Турсуналиева Е.М. Экологические риски на уровне веществ при производстве строительных материалов	126
Шепель А.Н. Применение кругового электрического профилирования при определении коэффициента анизотропии флишевых толщ	128

Шмигирилова Д.И. Обоснование разработки генеральной схемы очистки территории в интересах устойчивого развития Томской области (на примере Первомайского района) 130

### СЕКЦИЯ 3. ПРОБЛЕМЫ АЭРОЗОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Алтухова И.С. Использование <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i> как тест-объект для определения токсичности пылеаэрозолей	133
Володина Д.А., Цементный завод как источник пылеаэрозольного загрязнения атмосферы	135
Егошина А. В. Аэрозольное загрязнение атмосферы Томска	137
Колосок О.В. Анализ выбросов в атмосферный воздух (на примере «Гомельского завода специнструмента и технологической оснастки»)	139
Лончакова А. Д., Литау В. В. Токсичные элементы в пылевом аэрозоле в окрестностях предприятий нефтехимической, приборостроительной и ракетостроительной специализации (на примере Октябрьского промышленного узла г. Омска)	140
Мельникович Е.А. Ртуть в пылеаэрозольных выбросах объектов теплоэнергетики по данным исследования снежного покрова	142
Михайлова К.Ю., Литау В.В. Техногенные образования в пылевом аэрозоле, аккумулированные в снежном покрове г. Омска	144
Монасыров И.И. Уровень пылевого загрязнения снежного покрова в окрестностях ТЭЦ г.Северска	146
Нгуен Ван Зунг Определение уровня пылевого загрязнения в летний период в различных районах г. Томска	149
Николаенко А.Н. Содержание ртути в снеговом покрове на территории г. Междуреченска	151
Никулина Е.А. Снежный покров как планшет-накопитель пылеаэрозольных выбросов промышленных предприятий машиностроительной отрасли	153
Поликанова С.А. Геохимическая характеристика пылевого аэрозоля в окрестностях алюминиевого завода г. Красноярска	155
Самохина Н.П. Токсичные элементы (Hg, As, Cd, Se, Pb, Zn) в снеговом покрове в окрестностях Томской ГРЭС-2	157
Смирнова Е.С. Расчет выбросов автотранспорта на примере города Абакана	160
Третьякова М.И., Литау В.В. Динамика потока La, Ce, Lu и Yb на снежный покров в окрестностях предприятий нефтехимической отрасли (на примере г. Омска)	162
Факашук Н.Ю. Анализ снежного покрова в районе Тобольской промзоны	164
Черных Т.М. Мышьак в твердых частицах аэрозолей и его влияние на здоровье людей	167
Шахова Т.С., Филимоненко Е.А. Вг в пылевом аэрозоле в окрестностях нефтехимического (г.Томск, Россия) и нефтеперерабатывающего (г.Павлодар, Республика Казахстан) производств	169

### СЕКЦИЯ 4. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА. МЕДИЦИНСКАЯ ГЕОЛОГИЯ.

Джумашев М.И., Чукарин Е.Ю. Морфология и структура мочевых камней (уролитов)	172
Алёхина М.В., Семенова А.Л. Здоровье населения планеты и дефицит пресной воды	174
Беляновская А.И. Анализ содержания эссенциальных элементов в репродуктивной системе крупных млекопитающих женского пола	176
Будько А.А. Экологическая безопасность и надежность трансформатора с элегазовой изоляцией	178
Воротило М.К. Методика определения плутония в почвах районов Карагандинской области, прилегающих к Семипалатинскому испытательному полигону	181

Датиева И.А. Мутагенный эффект «кларитромицина» в клетках костного мозга млекопитающих и возможная его модификация биологически активным веществом « <i>ginkgo biloba</i> »	183
Киреева А.Е. Развитие эпитахии в минералах, растениях и животном мире, как индикатора гепатогенности	185
Ключникова Ю.О. Измерение и анализ величин, используемых как критерии радоноопасности в Российской Федерации и Чешской Республике	187
Коротченко Р.К. Влияние нефтяной отрасли на здоровье человека	189
Куртукова О.В. Влияние на здоровье населения Новокузнецка предприятий строительной индустрии	191
Смолякова А.Д. Роль цианобактерий в геологических процессах	193
Трушкова Ю.А. Социальный аспект здоровья населения	195

### СЕКЦИЯ 5. БИОИНДИКАЦИЯ ТЕХНОГЕНЕЗА.

Барцайкин В.В., Епихин А.В. Методика исследования влияния типа бурового раствора на эластомер винтового забойного двигателя при имитации механического взаимодействия пары «ротор-статор»	198
Мельников В.В. Оценка негативного влияния высоких забойных температур на элементы конструкции скважины и буровое оборудование	202
Щербаков Р.Э. Анализ факторов, оказывающих влияние на здоровье работников буровой бригады	205
Меховников С.А., Веселова Ю.С. Годовые кольца деревьев как индикатор загрязнения окружающей среды	208
Бирулина А.Г. Биотестирование с использованием <i>Drosophila Melanogaster</i> , как метод определения опасности поллютантов	210
Богданович Е.А. Ртуть и мышьяк в листьях березы Урского хвостохранилища (Кемеровская область)	212
Боев В.В. Распределение ртути в дерново-подзолистых почвах восточной части Тюменского федерального заказника	214
Боженко Н.П. Роль эпифитных мхов в накоплении загрязнителей атмосферы	216
Бучельников В.С. Минералогический состав отходов Тейского железорудного месторождения	218
Вячкина Е.А. Экологическая оценка объектов строительства по показателям огнестойкости	220
Галушкина Д.Н. Статистическая обработка данных радиоэкологического опробования почв центральной части восточного побережья озера Байкал	223
Горбачева Е.В. Оценка состояния популяций мелких млекопитающих в зоне сельскохозяйственного освоения по генетическим параметрам	225
Губина К.А. Геохимические особенности почв в районах расположения ТЭЦ-3 и ТЭЦ-5 (г. Омск)	227
Джамбаев М.Т. Элементный состав крови человека проживающего на территориях с различным уровнем радиационного риска	229
Доронина В.Д. Изучение форм нахождения ртути в почвах г. Усть –Каменогорск	231
Егорова А.Г. Стабильность развития и особенности морфологии речного окуня <i>Perca Fluviatilis</i> как показатели экологического состояния водоемов Надымского района	234
Донченко М.И., Еремеева А.С. Уран в донных отложениях	236
Есильканов Г.М., Мухамедияров Н.Ж. Оценка элементного состава воды ручья Карабулак (площадка «Дегелен» бывшего Семипалатинского испытательного полигона)	239
Злобина А.Н. Радиоэкологические проблемы, связанные с повышенной естественной радиоактивностью почв, на примере провинции Гуандун (Китай).	241



Исупова А.А. Экологическая оценка состояния воздушной среды г. Междуреченска с помощью лишеноиндикации	243
Карпенко Ю.А. Биоиндикация тяжелых металлов и мышьяка в районе хвостохранилища отходов горнорудного производства	246
Ковешников И.А. Ртуть в донных отложениях	248
Кузьмина Е.Г. Особенности геохимического состава почв на территории Октябрьского промышленного узла (г. Омск)	251
Лункин С.Ю. Влияние факторов урбаноcреды на интенсивность фотосинтеза древесных растений (на примере г. Саратова)	253
Макаревич Т.Г. Радиометрическая характеристика почв территории агломерации г. Горно-Алтайск по данным радиометрической и спектрометрической съемок	255
Максимова А.Ю. Связь микроэлементного состава <i>spirodela polyrhiza (l.) Schleid</i> со средой его обитания	257
Мех А.А. Геохимическая оценка участка магистрального нефтепровода «Александровское-Анжеро-Судженск»	259
Нгуен Чунг Киен Загрязнение почв сельскохозяйственного назначения на территории г. Ханоя (Вьетнам)	261
Решетняк В.Н. Индикаторные возможности донных отложений в экологических исследованиях пресноводных экосистем	264
Сема К.М. Определение асимметрии листьев сортовой жимолости в условиях Койбальской степи (Хакасия)	266
Скрипник М. Макроэлементы в волосах жителей Павлодарской области	268
Сурнина А.В., Щеглова В.К. Показатель магнитной восприимчивости почв как экспрессный способ оценки загрязненности территорий	270
Сухорукова В.А. Ихнофосилии как показатели фациальной и экологической обстановки осадконакопления в среднеюрскую эпоху на юго-востоке Западной Сибири	272
Торопов А.С. Содержание плутония и формы его нахождения в штольневых водотоках площадки «Дегелен» Семипалатинского испытательного полигона	274
Трипольская О.И. Экологическое состояние почв в районе строительства аэропорта «Южный» в Аксайском районе Ростовской области	277
Фомичева К.М. Особенности химического состава <i>Armeniaca Vulgaris Lam.</i> в условиях Койбальской степи (Хакасия)	279

#### СЕКЦИЯ 6. ГЕОЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ СИСТЕМ.

Батуева Э.М. Геоэкологические проблемы озера Гусиное	281
Бичина А.Н. К организации рекреационного природопользования на озере Белё	283
Борисенко Н.В. Распределение ионов кадмия и алюминия в тканях и органах муксуна и нельмы нижнего течения Оби	284
Волженина А.Ю. Оценка загрязненности вод реки Васюган по основным гидрохимическим показателям	286
Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Водный потенциал Крымского полуострова	288
Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Политические аспекты дефицита пресных вод на Крымском полуострове	290
Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Химический состав Шадринских минеральных вод	292
Р.В. Габитов Особенности поверхностного стока на территории агломерации города Горно-Алтайска	296
Гришаев Р.А., Огарков А.В., Харитонцев А.А. Влияние водонасыщения на прочностные свойства скальных и полускальных грунтов меловых и палеогеновых отложений на юго-восточном фланге Западно-Сибирского железорудного бассейна	299
Зубков Е.А., Гарькуша Г.Н. Температурный режим грунтовых вод застроенных территорий юга Ростовской области	302

Ефстифеева А.С. Неблагоприятные инженерно-геологические факторы для строительства в городе Кемерово	304
Зарубов М.С. Методы извлечения полезных элементов из подземных рассолов Якутии	308
Зарубов М.С. Формы миграции стронция, лития и рубидия в подземных водах района трубки «Удачная»	311
Зиппа Е.В. Фтор в азотных термальных водах Забайкалья	313
Иванова Е.В. Деформация речных русел – фактор аварийности на нефтегазотранспортных системах в таежной зоне Западной Сибири	317
Калманович И.В. Эмиссия метана водными экосистемами Ростовской области	320
Кравцова Е.С. Изменение гидрологического режима на территории, примыкающей к ОАО «Гомельский химический завод» и проблемы обусловленные данным фактором	322
Кундянова У.П. Роль воды в развитии жизни и планеты Земля	324
Кундянова У.П. Морская геология Республики Алтай	326
Кухарик Е.А. Геоэкологические проблемы реки Припять	328
Левак Ю.Ю. Ассоциация водопользователей	331
Ликаровская М.В. Анализ состояния территории по ул. Октябрьский взвоз,1 и мероприятия по её инженерной защите	333
Марина А.А., Максимова Ю.А. Загрязнение подземных вод при разработке нефтяных месторождений	337
Павелко Т.С. Основные методы очистки шахтных вод	339
Поскотинов А.Е., Васильев Д.И. Расчёт зон санитарной охраны одиночного водозабора в посёлке Ангарский (Красноярский край)	341
Скопцова О.А. Расчет и обоснование нормативов допустимого сброса сточных вод в реку Зеленчиха ООО «Разрез Новобачатский» (Кемеровская область)	343
Стародубцева Е.И., Гридасов А.Г., Покровский В.Д. Физико-химический анализ состава подземных вод из дренажной горной выработки в Лагерном саду (Томск)	346
Табуркин Л.А. Воздействие минерализованных пластовых вод на ионный и микроэлементный состав реки Аремзянка (Тобольский район Тюменской области)	348
Чилингер Л.Н. Использование земельно-кадастровой информации для водосборных урбанизированных территорий	350
Шведюк Т.О. Гидрохимическая характеристика и количественный учет микроорганизмов реки Оби в районе г. Сургута	351

#### **СЕКЦИЯ 7. ЭКОГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ТОПЛИВА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИЙ.**

Белая Е.В. Ртуть в углях Кузбасса	354
Еремеева А.М., Олейник И.Л. Способ улучшения экологических свойств органического топлива	356
Зайцева Ю.П. Экогеохимия элементов-примесей при сжигании углей, при транспортировке и хранении золошлаков (на примере Березовской ГРЭС)	358
Кажумуханова М.З. Токсичные элементы-примеси в углях Республики Казахстан	361
Оберемок И.А. Эмиссия метана при добыче угля: экологические аспекты	364
Чепала К.К. Экологические проблемы добычи угля на участке «Березовский Восточный» разреза «Березовский» (Кузбасс)	367
Чернев А.М., Смоляков А.К., Шкретий Т.А. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов техногенных материалов	369

**СЕКЦИЯ 8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ РАЗВЕДКЕ, ДОБЫЧЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

Ковешников А.Е. Экологические проблемы нефтегазового комплекса России	372
Андреянов М.О. Отрицательное воздействие на недра ликвидированных и законсервированных скважин	376
Бетчанов Д.М., Водина Е.С. Экология и тафномия среднедевонских рифогенных отложений Колывань-Томской складчатой зоны (Карьер «Камень»)	379
Борисов Д.И., Быков Р.С. Анализ аварийных остановок на компрессорных станциях Томской области	382
Бухарина В.Е. К вопросу нивелирования экологических рисков нефтедобычи как инструмента обеспечения устойчивого развития	385
Ваганова Е.С. Экологические проблемы, возникающие при ликвидации шламовых амбаров в Западной Сибири	387
Владимирова А.В. Экологически безопасные способы очистки нефтепроводов Западной Сибири	389
Ганбарли З.А. Техногенные землетрясения при разработке нефтяных и газовых месторождений	390
Герасина Т.А. Исследование состава полиэтиленовых нефтепромысловых труб по итогам эксплуатации	393
Гесс Т.А., Пименова А.С., Дудик Е.В. Нефтяные сорбенты на основе модифицированного мха	395
Горшков А.М., Султанова К.С. Экологические аспекты при разработке нетрадиционных ресурсов углеводородов в России и за рубежом	397
Гречиха Л.О. Влияние нефтедобывающей отрасли на состояние подземных вод Урманского месторождения.	400
Гущина А.А. Метановые проблемы Байкала	403
Даутова Э.М. Экологические последствия разработки и добычи сланцевого газа	406
Дмитриева В.П. Роль нефтегазового комплекса в экологическом состоянии Западной Сибири	408
До Тхи Тху Хиен Проблема ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при транспортировке на шельфе Вьетнама	410
Дубинин А.П. Многолетнемерзлые породы и влияние на них работы нефтепромысла на примере Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения	412
Дубовик Ю.Н. Экологические проблемы освоения Арктического шельфа	415
Евдокимова А.И. Антропогенное воздействие проектов по добыче нефти и газа в районе острова Сахалин на сохранение популяции серых китов	418
Ефанова К.С., Ащепкова Е.А. Построение модели углеводородного скопления на стадии подготовки объектов к поисковому бурению (на примере Северо-Донбасского нефтегазоносного района)	420
Зейналов Э.Я. Предотвращение и ликвидация разливов нефти в Арктической зоне	423
Иванов И.В., Смирнов В.А. Экологические проблемы и особенности их устранения при освоении Арктического шельфа	426
Исмаилов Ю.Р., Гесь Г.А. Проблема природно-техногенного воздействия на геологическую среду при освоении углеводородных ресурсов	428
Кажумуханова М.З. Моря восточной Арктики как источник парниковых газов	431
Карапузов И.А. Проблемы рационального использования ресурсов при разработке нефтяных месторождений и возможные альтернативы их решения	433
Карих А.А. Микробиологические методы рекультивации нефтезагрязненных почв	436
Квашева Е.А., Ушакова Е.С. Магнитные нефтесорбенты	438
Лавров Д.С. Воздействие на окружающую среду при сжигании попутного нефтяного газа в газовом факеле	440

Ле Тхи Тху Тхуи Герметизирующие устройства для ремонта нефтегазопроводов	443
Ли Цуньи Экологические проблемы разработки сланцевой нефти и пути их решения	445
Лушников Р.Э. Разработка гидроимпульсного механизма для сокращения загрязнения окружающей среды при разведочных работах	448
Майков К.Ю. Осложнения в процессе эксплуатации скважин и их влияние на экологию окружающей среды	450
Моисеева М.К., Дугарова Е.К. Оценка метаноопасности района размещения подземных хранилищ газа на примере эксплуатации Колпинского подземного хранилища газа	454
Насырова И.Т. Охрана природной среды при авариях на трубопроводах Западной Сибири	456
Нестерова А.С. Экологические проблемы, возникающие при разработке Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ЯНАО)	458
Нечаев Д.А. Оценка технических средств нейтрализации аварийных разливов нефтепродуктов	461
Носов Д.А. Анализ характера распространения нефти в различных типах грунта	464
Овчинникова О.А., Миннибаев А.С. Проблемы экологии Сузунского месторождения	466
Оленев Я.В., Пуговкина Ю.С., Бахлюстов А.И. Загрязнение ландшафтов и водных объектов при авариях на трубопроводах (на примере месторождений Западной Сибири)	468
Павлова Д.А. Экологические проблемы в Западной Сибири в связи с разливами нефти	471
Полтавченко Е.А. Негативное влияние на экосферу сжигания попутного нефтяного газа	473
Рогова К.А. Методы ликвидации аварийного разлива нефти и нефтепродуктов	477
Ростовцев А.В. Применение теплоизолирующих кейсов и фреоновых трубок в целях предотвращения изменения состояния ландшафта на Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении	479
Рудакова О.Л. Экологические последствия разработки сланцевого газа	482
Сварацкий Я.И. Экологическое состояние территории кустовой площадки №7 Кошильской площади Вахского нефтяного месторождения	484
Сиязов А.К. Экологические проблемы Арктического региона в связи с добычей нефти и газа и пути их решения	486
Скурихина В.В. Анализ порывов трубопровода на Красноленинском нефтегазоконденсатном месторождении ХМАО	489
Филимоненко М.А. Экологическая безопасность при транспортировке нефти и газа трубопроводным транспортом	491
Чаплин И.Е. Определение экологической и экономической эффективности применения резервуаров с плавающей крышей на резервуарных парках ЛПДС «Северная» магистрального нефтепровода «Лесное – Ореховое»	493
Чехлов А.Н. Прогнозирование масштабов деградации вечной мерзлоты от теплового воздействия подземных нефтегазопроводов	496
Шевченко Б.С. Особенности ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в зимний период	498
Шерстнева А.О. Обезвреживание и утилизация нефтешламов, образующихся при хранении и транспортировке нефти и нефтепродуктов	500
Щеглов С.И. Экологические проблемы при сжигании попутного газа в факелах на территории Западной Сибири	502
Щеглов С.И. Загрязнение вод нефтью и нефтепродуктами	504
Юнусова Л.А. Экологические проблемы от таяния многолетнемерзлых пород при разработке нефтяных месторождений Западной Сибири	506
Юркова М.В., Цынгуйев В.В. Экологические проблемы нефтедобычи в Арктике	508

Юркова М.В. Сланцевая нефть: новая экологическая угроза	510
---	-----

### СЕКЦИЯ 9. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Вайцеховский А.С. программный комплекс для оценки техногенной нарушенности территорий с использованием ГИС-технологий	513
Веселова Ю.С. практическое применение методов дистанционного зондирования на территории России	515
Володина Д.А. изучение техногенных катастроф методами дистанционного зондирования	517
Ильиных М.А., Мешечкин В.В. моделирование динамики экологического состояния региона на основе интегрального показателя загрязнения	519
Ильященко В.А., Пислегин Д.В. дешифрирование нефтезагрязненных участков и определение объемов рекультивации на месторождении Тюменской области с помощью программы ALIS	521
Карпенко М.А. Применение метода главных компонент для задач обработки данных дистанционного зондирования Земли	524
Ковалев А.В. Экологический мониторинг окружающей среды с использованием космических снимков Modis и геоинформационных технологий	526
Матюшенко В.А. Оценка вегетационного индекса геосистем Речицкого района (Гомельская область, Белоруссия)	528
Мельникович Е.А. Космические методы в океанологии	530
Мусейко А.В. Внедрение геоаналитической информационной системы учета и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Томской области	532
Джумашев М.И., Сафин Р.И., Тимошков С.В. Дистанционные технологии для мониторинга чрезвычайных ситуаций на территории Дальневосточного Федерального округа	534
Щукова К.Б. Информационная система управления эколого-геоботаническими и пространственными данными с использованием ГИС Google Maps и Google Earth	537

### СЕКЦИЯ 10. ENVIRONMENTAL ISSUES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ENGLISH, GERMAN)

Aleynikova E.I., Shakhova T.S. Petrochemical industry as a source of particulate matter and their influence on human health	539
Antipiev V.V., Ushakov L.A. Underwater contamination by petroleum exploitation and disposal methods of hazardous substances at drilling	541
Bogdanov M.A. Environmental responsibilities of Sakhalin Energy in offshore field development and exploration	543
Bocharov E.O. Environmental issues in marine oil pipeline engineering	545
Dementjeva A.V. The process of suffusion on Tomsk roads	547
Fadeev S. E. Industrial pollution	549
Fedorov A.V., Gasanov F.A., Abduragimov F.R., Oil spill and ecological consequences evaluation during shipwreck of TORREY CANYON	551
Gamzatova S.I. Aerosol pollution as a challenging environmental problem of the modern world	552
Glushkov S. Yu. Thorium-powered vehicles: nuclear power as an alternative to fossil fuels	554
Kimbaev A.M., Chernenko I.K. Environmental issues related to "Shale Revolution"	555
Leonov N.G. We are destroying the world	557
Melnikovich E.A. Recycling of waste tires	559
Nechaev D.A., Dubinsky D.G., Pellet impact drilling development: prospects and trends	561



Nikonova E.D. Geocological problems of coal industry (on the example of Kemerovo region)	564
Oberemok I.A. Coal mine suspension and abandonment	567
Patrakeev V.O. Environmental problems in transportation of hydrocarbons	569
Pecherskikh A.E., Popov R.D. Hydrocarbon field development and its environmental impact	571
Prismotrov K.V. Oil spill response: Russian experience	573
Pugovkina Yu.S., Bahlyustov A.I. Landscape and water body contamination due to pipeline accidents: case study of oil fields in Western Siberia	575
Rubin M.V., Tomsina N.G. Analysis of road transport load of the adjoining areas in a large industrial city Novokuznetsk	578
Savoskin A.I. Medical geology as a challenging issue (within the framework of human ecology)	580
Seydalieva A.S. Ozone layer destruction: problem solution	582
Suhoruckova V.A., Lonchakova A.D. Assessment of mercury load parameters of solid snow precipitation in Omsk area according to the atmogeochemical survey	583
Shagdurov B. O., Ochirov B.B. Acid rains: reasons and solutions	586
Taykina I.A. Remote control of municipal solid waste	588
Tyurkin Y.A. Ecological problems related to coal and hydrocarbon production	589
Volodina D.A. Recycling of plastic waste	591
Voronko A.A., Shakirov V.A. Current issues in ecological monitoring	593
Yurkin A.A., Bokor V.A., Haritonova P.S. Design of automated hydrocarbon purification facility machine	596
Yagnitsina A.V. Ozone layer destruction: problem solution	598
Yasenko V.S. Ecological problems in petroleum engineering and industry	599
Yurkova M.V., Tsynguev V.V. Environmental problems of oil production in the Arctic	601

СОДЕРЖАНИЕ.....	604
-----------------	-----

Научное издание

Творчество юных – шаг в успешное будущее  
Материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с  
элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина


Издательство ТПУ  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс (3822) 563535, 564557  
e-mail: [publish@tpu.ru](mailto:publish@tpu.ru)

Подписано к печати \_\_\_\_\_2014. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .  
Заказ . Тираж экз.



Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.  
Тел. / факс: 8(3822) 56-35-35. [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)