

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ

[научный журнал]

ЕЖЕГОДНИК

2018



[РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА: ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ]
[РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ] ■ [СОХРАНЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ]
[ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ИНИЦИАТИВЫ]

www.ecology-science.com



№11

12+



Председатель
редакционного совета,
член-корр. РАН, д.т.н.,
профессор В.А. Грачев

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Вы держите в руках научный журнал «Экологический ежегодник» 2018 года. Тема номера – «Развитие Арктического региона. Экология. Инновации. Ответственность».

История освоения Арктики связана с именами выдающихся российских ученых и путешественников. Семен Дежнев, Витус Беринг, Семен Челюскин, братья Лаптевы, Фердинанд Врангель, Федор Литке, Георгий Седов, Степан Макаров, Владимир Русанов и многие другие исследователи внесли существенный вклад в изучение Севера.

Сегодня Арктика – это не просто приполярные территории, а глобальное пространство, находящееся в центре внимания современной мировой политики. Россия обладает самыми протяженными арктическими территориями. Арктическая зона Российской Федерации является крупнейшим сырьевым резервом страны, где сохранились практически нетронутые ресурсы углеводородного и минерального сырья глобального значения. Одним из условий успешной реализации национальных арктических углеводородных проектов, освоения этих богатств, является модернизация и развитие инфраструктуры, в том числе Северного морского пути.

Перспективы развития Северного морского пути, механизмы обеспечения эффективного диалога между властью, бизнес-сообществом и общественностью при

реализации арктических проектов обсуждались в рамках XI Регионального общественного форум-диалога «Сотрудничество для устойчивого развития Арктики», которому посвящена вступительная статья настоящего журнала. Продолжают номер публикации, которые предлагают концепцию «зеленого квадрата» (сочетание солнечной, ветровой, гидро- и атомной энергетики как основы будущего мирового безуглеродного баланса) применительно к Арктическому региону. Также в номер вошли статьи, посвященные вопросам оценки загрязнения арктических регионов, новым способам переработки и использования отходов добывающей промышленности, рекультивации нарушенных почв, рекреационной безопасности объектов Арктического туризма. Завершают номер публикации, позволяющие читателям лучше узнать историю открытия русской Арктики посредством образовательного ресурса «Великая северная экспедиция» и приобщиться к красоте северного региона через работы художника и преподавателя студии экологического рисунка.

Журнал, который Вы держите в руках, призван привлечь внимание к экологической составляющей развития арктического региона. Нам необходимо минимизировать антропогенное воздействие на окружающую среду, создать условия, которые не допустят возникновения экологических катастроф, способствовать сохранению и развитию биоразнообразия Арктики.

XI РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЩЕСТВЕННЫЙ ФОРУМ-ДИАЛОГ
«СОТРУДНИЧЕСТВО ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИКИ» 4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА КАК ВАЖНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ
МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ■ БИТЮКОВА Е.В. 9

ДИАГНОЗАЛИ «ЗЕЛЕНОГО КВАДРАТА»: АНАЛИЗ СОЧЕТАНИЯ
РЕСУРСОВ И СПРОСА В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ
■ ШАРАФУТДИНОВ Р.А., ЗЛОБИН Д.В., ГАВРИКОВ В.Л.,
НАГОРСКАЯ В.В. 14

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕНОГО КВАДРАТА» В
КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ ■ ГАВРИКОВ В.Л., ШАРАФУТДИНОВ Р.А.,
БУРНОВА А.А., РУБЛЕВА М.Е., ПОЛОСУХИНА Д.А., ЗЛОБИН Д.В. 21

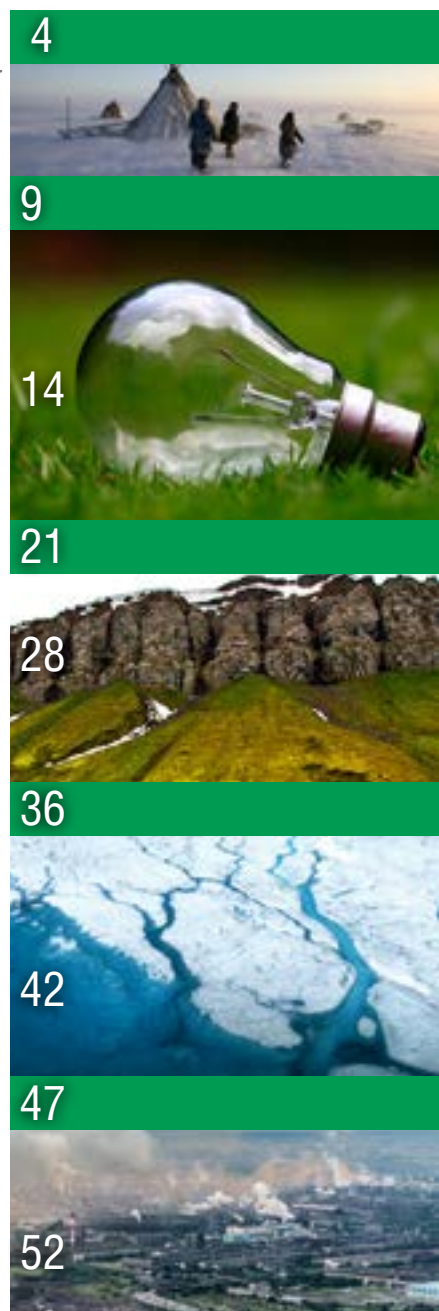
ВОЗМОЖНЫЕ НОВЫЕ РУДОНОСНЫЕ РАЙОНЫ
В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ (НА ПРИМЕРЕ УРАНА) ■ ГОЛЕВА Р.В. 28

ДИАГНОСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ
МЕТАЛЛАМИ ■ ГАЛИУЛИН Р.В., БАШКИН В.Н., ГАЛИУЛИНА Р.А.,
АРАБСКИЙ А.К. 36

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И СОСТОЯНИЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК РОССИЙСКОГО СЕВЕРА СТРОНЦИЕМ-90
И ЦЕЗИЕМ 137 ■ БАКУНОВ Н.А., БОЛЬШИЯНОВ Д.Ю.,
ПРАВКИН С.А. 42

ОЦЕНКА ЖИДКОГО И ТЕПЛООВОГО СТОКА РЕК В КАРСКОЕ МОРЕ
■ ВОЗНЕСЕНСКАЯ В.С. 47

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СРЕДЫ
ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
■ НОВОСЕЛОВ А.В. 52



К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ ■ МАКАРОВ Д.В., СУВОРОВА О.В., МЕЛКОНЯН Р.Г. 58

НОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НЕФЕЛИНА – ОСНОВНОГО
КОМПОНЕНТА ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ АПАТИТОВЫХ РУД
■ ЛИСЮК Б.С., МЕЛКОНЯН Р.Г., СВИТЦОВ А.А., БАБКИН В.В. 64

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ
НАРУШЕННЫХ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ■ БАШКИН В.Н., ГАЛИУЛИН Р.В.,
АЛЕКСЕЕВ А.О., ГАЛИУЛИНА Р.А., АРАБСКИЙ А.К. 70

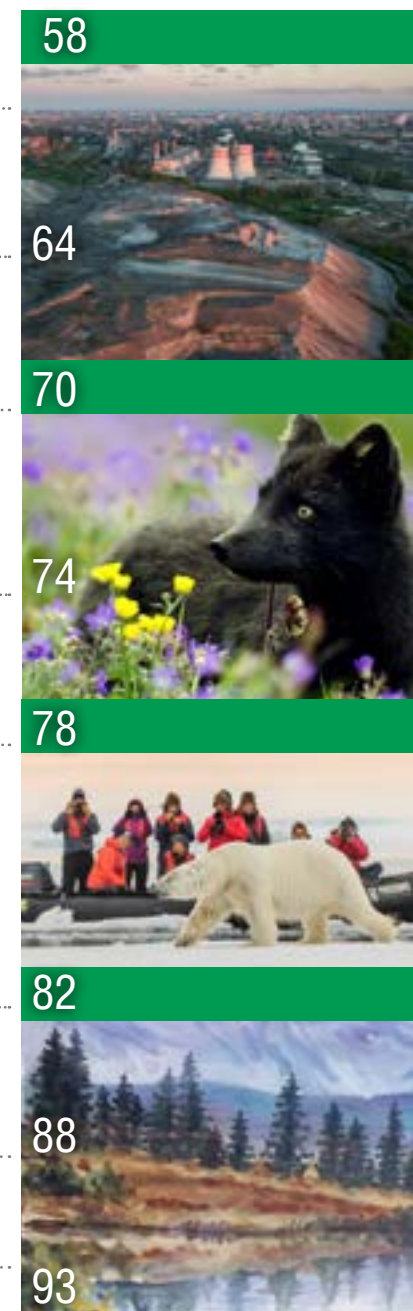
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФБГУ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «РУССКАЯ АРКТИКА»
■ ПЕТРОВА Ю.С. 74

РЕКРЕАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ АРКТИЧЕСКОГО
ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«РУССКАЯ АРКТИКА» ■ ЧЕКМАРЕВА А.С., ДОБРЫНИН Д.В. 78

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ИНОСТРАННОГО
ЯЗЫКА И ЭКОЛОГИИ КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ
ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА ОБУЧАЮЩИХСЯ КОНТЕКСТЕ
ЗНАКОМСТВА С ПРОБЛЕМАМИ И ПЕРСПЕКТИВАМИ
АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА ■ СКОРОБРЕНКО И.А., БЫСТРАЙ Е.Б.,
ОРЕХОВА И.Л., ТЮМАСЕВА З.И. 82

ЭЛЕКТРОННЫЙ ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПРОЕКТ
«ВЕЛИКАЯ СЕВЕРНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ (1733-1743 ГГ.)»
■ БЫЧКОВА Е.Ф. 88

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. ХРУПКАЯ КРАСОТА СЕВЕРА
В РАБОТАХ ХУДОЖНИКА ■ ОРЕСТОВ Я.И., ПЫЛЕНКОВА Е.О. 93



ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 58358
В КАТАЛОГЕ НТИ «РОСПЕЧАТЬ»



ИНДЕКСИРОВАНИЕ ЖУРНАЛА:
НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

Редакция не предоставляет справочной информации.
Рукописи рецензируются и не возвращаются.
Авторы публикаций выражают исключительно собственную
точку зрения, которая может не совпадать с мнением редакции.
Все рекламируемые в журнале товары и услуги подлежат
обязательной сертификации.
Ответственность за достоверность информации,
содержащейся в рекламных объявлениях, несет рекламодатель.

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО
СОВЕТА:**
ГРАЧЕВ Владимир Александрович,
член-корр. РАН, д.т.н., профессор,
председатель редакционного совета,
председатель Правления Международной
экологической общественной
организации «Гринлайт», президент
Неправительственного экологического
фонда имени В.И. Вернадского.
РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:
НОВОСЕЛОВ Андрей Васильевич,
кандидат технических наук.

ВАЛЕЕВ Марат Рустамович,
заместитель начальника Управления пресс-
службы и информации Правительства
Челябинской области.
МЕЛЬНИКОВ Андрей Витальевич,
директор института информационных
технологий ЧелГУ, доктор технических наук,
профессор.
ИЗДАТЕЛЬ:
БАСМАНОВА Светлана Фаискановна,
директор ООО «Дижитал».
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
ЯЧМЕНЕВ Владислав Анатольевич,

заведующий кафедрой биоэкологии
Челябинского госуниверситета, кандидат
географических наук.
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:
НЕЧУХИНА Юлия Александровна.
ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР:
ИГОШЕВ Константин Юрьевич.
ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:
БАСМАНОВ Роман Евгеньевич.
ПЕРЕВОД ТЕКСТОВ:
КАРПОВА Евгения Александровна

XI РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЩЕСТВЕННЫЙ ФОРУМ-ДИАЛОГ «СОТРУДНИЧЕСТВО ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИКИ»

XI REGIONAL PUBLIC
FORUM-DIALOGUE
«COOPERATION FOR THE
ARCTIC SUSTAINABLE
DEVELOPMENT»



АРКТИКА - ЭТО ГЛОБАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО, НАХОДЯЩЕЕСЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ МИРОВОГО СООБЩЕСТВА. ЧТОБЫ СОХРАНИТЬ И ПРИУМНОЖИТЬ ПОТЕНЦИАЛ АРКТИКИ, ЭФФЕКТИВНО И БЕЗОПАСНО ВЕСТИ ОСВОЕНИЕ ПРИРОДНЫХ БОГАТСТВ, РОССИИ НЕОБХОДИМО РАЗВИВАТЬ СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ (СМП), ПРЕОДОЛЕТЬ ПОЛИТИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ, ОБЕСПЕЧИТЬ СОГЛАСОВАННОСТЬ ДЕЙСТВИЙ И ДИАЛОГ МЕЖДУ ВСЕМИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ СТОРОНАМИ, ДЕЙСТВУЮЩИМИ В РЕГИОНЕ.

За многие годы Госкорпорацией «Росатом» наработан успешный опыт управления высокотехнологичными и наукоемкими предприятиями, объединения их в слаженный механизм для реализации и развития сложных проектов, эффективной модернизации производства, взаимодействия с участниками процесса выработки стратегических решений.

В июле 2018 г. в первом чтении принят проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «О Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», подготовленный во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 28 октября 2017 г. № Пр-2192, направленного на решение задачи развития Северного морского пути и обеспечения судоходства в Арктике.

Обсуждению различных аспектов реализации будущего закона, экологическим и социально-экономическим вопросам развития Северного морского пути и арктических территорий России, взаимо-

действию с региональными и местными властями был посвящен XI Региональный общественный форум-диалог «Сотрудничество для устойчивого развития Арктики», прошедший 26-27 сентября в Мурманске. Масштабное двухдневное мероприятие было организовано Госкорпорацией «Росатом», Правительством Мурманской области под эгидой Общественного совета Госкорпорации «Росатом» при поддержке ФГУП «Атомфлот», АО «Концерн Росэнергоатом», Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского, Неправительственной общественной организации Зеленый крест и других общественных организаций.

«Используя площадку и формат форума-диалога, Госкорпорация «Росатом» неоднократно решала самые сложные вопросы на территориях, где расположены атомные предприятия, – отметил президент Фонда В.А. Грачев. – Я уверен, что такие мероприятия окажут бесценную помощь в поиске самых лучших решений для арктических территорий».



Президент
Неправительственного
экологического фонда
имени В.И. Вернадского

В пленарной дискуссии «Арктика: развитие, экология, ответственность» приняли участие заместитель генерального директора – директор Дирекции Северного морского пути Госкорпорации «Росатом» В.В. Рукша, член Комитета Государственной Думы по энергетике г. И. Скляр, первый заместитель губернатора Мурманской области А.М. Тюкавин, заместитель губернатора Ненецкого автономного округа И.А. Болтенков, исполняющий обязанности заместителя председателя Правительства Красноярского края Ю.Н. Захаринский, финансовый директор Госкорпорации «Росатом» И.В. Ребров, директор Департамента морской транспортировки ПАО «НОВАТЭК» А.Ю. Семенов, директор Департамента государственной политики и регулирования в области гидрометеорологии, изучения Арктики, Антарктики и Мирового океана Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации С.А. Хрущев, член Совета Общественной палаты Российской Федерации, председатель комиссии Общественной палаты по ЖКХ, строительству

и дорогам, президент Союза городов Заполярья и Крайнего Севера И.Л. Шпектор.

Вели дискуссии заведующий отделом «Бизнес» газеты «Коммерсантъ» В.В. Степанов и директор Всемирного фонда дикой природы (WWF) России, первый заместитель комиссии по экологии и охране окружающей среды Общественной палаты Российской Федерации И.Е. Честин.

Открывая заседание, заместитель генерального директора – директор Дирекции Северного морского пути Госкорпорации «Росатом» В.В. Рукша отметил, что для эффективного развития Северного морского пути требуется единая организационная и технологическая координация. По сути, будет создан единый субъект, отвечающий за развитие всей инфраструктуры. Сегодня госкорпорация уже приступила к подготовке плана развития инфраструктуры СМП, который будет тесно увязан с планами крупных компаний по развитию проектов по добыче полезных ископаемых и планами регионов по развитию своих арктических территорий. Решение активно дискутируемого вопроса о распределении полномочий между Госкорпорацией и Минтрансом России видится следующим образом: Росатом будет заниматься деятельностью по строительству, содержанию и развитию инфраструктуры, а Минтранс будет отвечать за нормативно-правовое обеспечение, выполнение международных обязательств.

Главная задача – это обеспечение круглогодичной безопасной навигации по СМП для реализации всех текущих и будущих коммерческих проектов, включая крупнотоннажное судоходство, при соблюдении строгих требований экологической безопасности.

Член Комитета Государственной Думы по энергетике г. И. Скляр отметил, что привлечение Госкорпорации «Росатом» к решению крупной государственной задачи – развитию Арктики – это инновационный подход. У Росатома есть

наработанный опыт эффективного взаимодействия с территориями атомной отрасли и другими стейкхолдерами, который поможет сделать Арктику «территорией для жизни».

По мнению первого заместителя губернатора Мурманской области А.М. Тюкавина, реализуемые в Арктике проекты должны носить долгосрочный характер и служить решению социально-экономических задач соответствующих реги-

АННОТАЦИЯ: В статье дается обзор основных событий, тем и тезисов, которые обсуждались на XI Региональном общественном форуме-диалоге «Сотрудничество для устойчивого развития Арктики», прошедшем 26-27 сентября в Мурманске. Цель форума – широкое обсуждение с участием всех заинтересованных сторон перспектив развития Северного морского пути, вызовов, с которыми придется столкнуться, механизмов обеспечения эффективного диалога между властью, бизнес-сообществом и общественностью при реализации арктических проектов.

ABSTRACT: The article provides an overview of the main events, themes and theses that were discussed at the XI Regional Public Forum-Dialogue "Cooperation for the Sustainable Development of the Arctic", held September 26-27 in Murmansk. The purpose of the forum is a broad discussion with the participation of all stakeholders of the prospects for the development of the Northern Sea Route, the challenges that will be faced, mechanisms to ensure an effective dialogue between the government, business community and the public in the implementation of Arctic projects.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: развитие Арктики, Северный морской путь.

KEYWORDS: Arctic development, Northern Sea Route.

онов. СМП должен стать не только транзитным путем для провоза добытых полезных ископаемых, но и содействовать развитию перерабатывающей промышленности в арктических регионах.

Кроме того, развитие Арктики должно быть связано не только с обновлением и совершенствованием морской инфраструктуры, но и с улучшением социально-экономической ситуации на отдаленных от побережья территориях.

Исполняющий обязанности заместителя председателя Правительства Красноярского края Ю.Н. Захаринский отметил, что развитие Арктики должно иметь статус общегосударственной задачи. Красноярский край поддерживает создание единого органа управления Арктикой. Власти региона рассматривают СМП как основу развития всего севера Красноярского края. Внутри региона речь идет о развитии транспортной системы «Енисей – Северный морской путь», в которой заинтересован не только Красноярский край. Уже сейчас с участием крупных компаний разрабатывается проект «Енисейская Сибирь», в котором сотрудничают Красноярский край, Республика Хакасия и Республика Тыва.

Заместитель губернатора Ненецкого автономного округа (НАО) И.А. Болтенков поддержал выступающих в вопросе необходимости создания единого органа управления Арктикой. Стратегия развития региона включает создание современной береговой инфраструктуры, в том числе двойного назначения. НАО остро нуждается в инвестициях. Для их привлечения нужна реальная программа, обеспеченная финансированием, с конкретными задачами.

Председатель комиссии Общественной палаты по ЖКХ, строительству и дорогам, президент Союза городов Заполярья и Крайнего Севера И.Л. Шпектор сказал, что должен быть разработан перспективный план развития территорий, учитывающий, в первую очередь, их экономические и социальные потребности. Только серьезный экономически обоснованный подход поможет достичь цели. Должен быть принят соответствующий закон по развитию Арктики. Кроме того, управлять арктическими территориями должны профессионалы, знающие на опыте все тонкости и особенности региона.

Глава городского округа «Певек» Чукотского автономного округа

Н.Ю. Леванов отметил, что срок реализации любых инвестиционных проектов в Арктике составляет не менее трех лет с учетом сроков завоза материалов и оборудования. Основные препятствия для развития современных технологий и производств на этих территориях – транспортная недоступность и отсутствие дорогих цифровых коммуникаций.

С учетом будущего размещения плавучей атомной электростанции Певек вошел в состав городов – территорий расположения объектов атомной отрасли. Муниципалитет Певека готов принять на вооружение весь опыт Росатома по взаимодействию со своими территориями. Главная задача – люди должны видеть динамику улучшения своей жизни.

Своего коллегу поддержал глава города Полярные Зори Мурманской области М.О. Пухов. Он подтвердил, что Росатом имеет многолетний опыт по развитию своих территорий и системно занимается своими атомными городами. Однако, Арктика – это не только морское побережье. Для решения системных проблем всех арктических территорий необходимо учитывать весь спектр вопросов от транспортной доступности и развития малой авиации до привлечения кадров.



Член Совета Общественной палаты Российской Федерации, председатель комиссии Общественной палаты по ЖКХ, строительству и дорогам, президент Союза городов Заполярья и Крайнего Севера И.Л. Шпектор



Глава городского округа «Певек» Чукотского автономного округа Н.Ю. Леванов

Отвечая на вопрос об инвестициях в расширение современного ледокольного флота, финансовый директор Госкорпорации «Росатом» И.В. Ребров сказал, что сегодня рассматриваются комбинации из средств федерального бюджета, отрасли, банков, частных инвесторов. Существуют, например, определенные ограничения на привлечение средств банков на создание объектов с ядерными установками – они не могут находиться в залоге. Несмотря на некоторые трудности, решения находятся. Примером можно

считать государственно-частное партнерство по созданию совместного предприятия с ПАО «НОВАТЭК» по строительству ледоколов, судов снабжения, портового флота и их эксплуатации. Амбициозные цели, которым будет служить сотрудничество ПАО «НОВАТЭК» и Госкорпорации «Росатом», проиллюстрировал директор Департамента морской транспортировки ПАО «НОВАТЭК» А.Ю. Семенов. К 2035 году добывающая компания планирует выйти на объем 77 млн тонн СПГ в год. Проект, создавае-

мый совместно с Росатомом, должен обеспечить весь необходимый объем перевозок. «Арктические территории России сейчас могут развиваться, в основном, за счет освоения минерально-сырьевых ресурсов», – подтвердил директор Департамента государственной политики и регулирования в области гидрометеорологии, изучения Арктики, Антарктики и Мирового океана Министерства природных ресурсов С.А. Хрущев. Сегодня Министерство природных ресурсов

Заместитель генерального директора – директор Дирекции Северного морского пути Госкорпорации «Росатом» В.В. Рукша



Первый заместитель губернатора Мурманской области А.М. Тюкавин, исполняющий обязанности заместителя председателя Правительства Красноярского края Ю.Н. Захаринский, заместитель губернатора Ненецкого автономного округа И.А. Болтенков



Финансовый директор Госкорпорации «Росатом» И.В. Ребров и член Комитета Государственной Думы по энергетике Г.И. Скляр



Директор Департамента государственной политики и регулирования в области гидрометеорологии, изучения Арктики, Антарктики и Мирового океана Минприроды России С.А. Хрущев



и экологии Российской Федерации видит свою задачу в Арктике в развитии минерально-сырьевых центров. Уже формируется первый центр на Ямале, далее следуют запад полуострова Таймыр и Енисейский залив. К сожалению, в восточной части СМП таких центров пока нет. Не менее важной задачей государства является создание гибкой структуры, которая обеспечит безопасность судовождения по всей акватории СМП.

Директор Всемирного фонда дикой природы (WWF) России, первый заместитель комиссии по экологии и охране окружающей среды Общественной палаты Российской Федерации И.Е. Честин призвал к профессиональному подходу и предупреждению возможного ущерба природе Арктики. Для достижения этих целей необходимо создать особо охраняемые морские акватории с определенными ограничениями в судоходстве по аналогии с ООПТ.

Кроме пленарного заседания, программа форума также включала сессии и круглые столы, во время которых обсуждались вопросы развития атомного ледокольного флота и атомных энергетических технологий, безопасного судоходства по СМП, сохранения биоразнообразия и предотвращения экологических катастроф в Арктике, развития населенных пунктов

арктических территорий и механизмов организации диалога и информирования общественности.

Несмотря на региональный статус, форум был выбран в качестве открытой площадки для выездного заседания комитетов Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации «Обеспечение государственных интересов Российской Федерации и развитие международного сотрудничества в Арктике», где могли присутствовать все участники форума.

Сенаторы и журналисты приняли участие во втором заседании Арктического клуба журналистов, организованном Госкорпорацией «Росатом» и Союзом журналистов России. Темы разговора касались взаимодействия общественности, медиа и власти по вопросам освоения Арктики, создания арктической информационной стратегии России, обсуждения принятого Государственной Думой в первом чтении проекта закона о наделении Госкорпорации «Росатом» полномочиями по оказанию государственных услуг в области морской деятельности и управлению государственным имуществом в рамках СМП и прилегающих территорий.

Одним из ярких и интересных событий форума стал технический тур на ФГУП «Атомфлот», где представи-

тели общественности, региональных властей и муниципалитетов посетили атомный ледокол «50 лет Победы» и ПЭБ «Академик Ломоносов».

Еще одно важное событие для всего Северо-Западного региона вошло в программу форума. 26 сентября на судоремонтном заводе «Нерпа» в Снежногорске состоялось торжественное открытие производства по выгрузке отработавшего ядерного топлива «Лепсе». Производство по выгрузке отработавшего ядерного топлива стало последним из нескольких этапов, осуществленных в рамках проекта утилизации плавтехбазы «Лепсе». Проект был реализован при широком международном сотрудничестве.

Госкорпорация «Росатом» с 2009 года проводит подобные форумы в регионах, где располагаются предприятия корпорации. Они позволяют открыто разговаривать с общественностью, представителями муниципальной и региональной властей на самые актуальные темы.

Расширение присутствия Госкорпорации «Росатом» в Арктике только начинается. Важно, что откровенный разговор и обмен мнениями сопровождает сотрудничество Госкорпорации со всеми заинтересованными сторонами, начиная с самого первого этапа.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА КАК ВАЖНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE ARCTIC REGION AS THE MAIN COURSE OF AN INTERNATIONAL COOPERATION

[Автор: Е.В. Битюкова]



Арктика привлекает к себе с каждым годом всё больше внимания: потенциальные запасы углеводородного сырья и других полезных ископаемых, а также промышленное рыболовство и выгодный транзитный морской путь. Одновременно с появлением всё новых отраслей промышленности увеличивается и воздействие на окружающую среду, и геополитическое напряжение вокруг арктической зоны.

Для решения проблем уникального региона развивается международное сотрудничество, проводятся фундаментальные исследования, появляются международные экологические организации.

Пожалуй, сейчас Арктика, как никогда ранее, нуждается в трепетном и бережном отношении. Рост экологических рисков и

ответственности недропользователей при освоении месторождений, в том числе Арктического шельфа, являются теми краеугольными проблемами, которые возникают при использовании природных ресурсов и расширении сырьевой базы углеводородов на этих хрупких и экологически уязвимых северных территориях [1].

Стоит отметить, что Россия обладает, по сравнению с другими странами, самым протяженным и большим по площади арктическим шельфом – примерно 4,5 млн км², что составляет 85% от всего российского шельфа [2].

Поэтому, осознавая ответственность за сохранение окружающей среды уникального региона нашей планеты, Правительством Российской Федерации была принята «Стратегическая программа действий по охране окружающей среды Арктической зоны», а так-

Участники форума-диалога на атомном ледоколе «50 лет победы»



Участники форума-диалога осматривают плавучий энергоблок «Академик Ломоносов»



АННОТАЦИЯ: В статье рассматриваются основные экологические проблемы арктического региона. Базовым принципом обеспечения экологической безопасности Арктики является приоритет решения экологических проблем на международном уровне. В статье делается акцент на международное сотрудничество в целях обеспечения безопасности и развития Арктики.

ABSTRACT: The article considers the main ecological problems of the Arctic region. The basic principle of ensuring

environmental safety of the Arctic is the priority of solutions to environmental problems at the international level. The article focuses on international cooperation to ensure the safety and development of the Arctic.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экологическая безопасность; Арктика; таяние ледников; экологические проблемы.

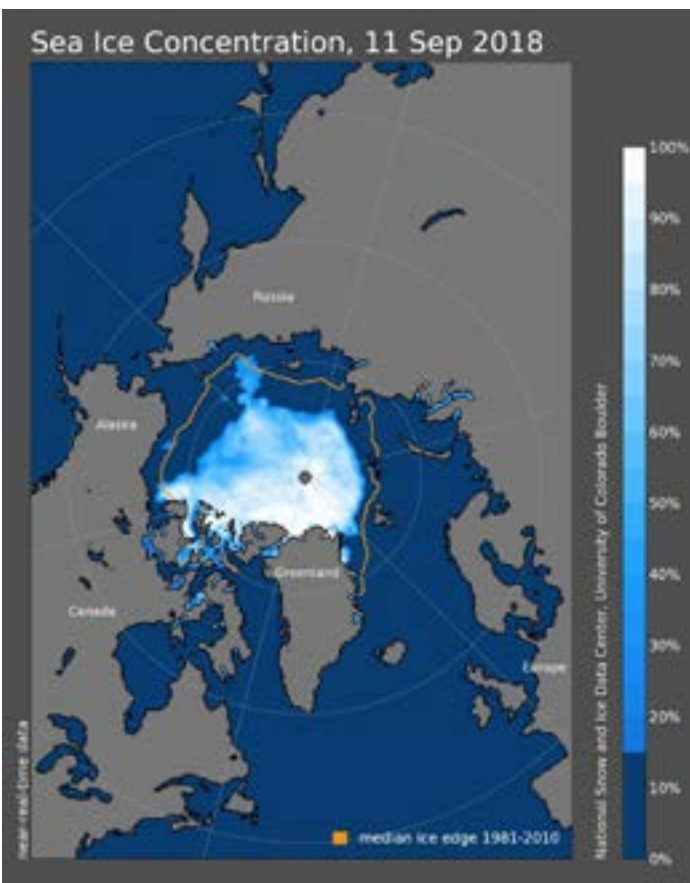
KEYWORDS: environmental safety; the Arctic; glaciers melt; ecological problem.

РИСУНОК 1. ПЛОЩАДЬ АРКТИЧЕСКОГО ЛЬДА В АВГУСТЕ 2018 ГОДА. МАЛИНОВЫМ ЦВЕТОМ ПОКАЗАНА СРЕДНЯЯ ПЛОЩАДЬ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ЗА ПЕРИОД 1981-2010 ГОДА



ИСТОЧНИК: NSIDC

РИСУНОК 2. КОНЦЕНТРАЦИЯ АРКТИЧЕСКОГО ЛЬДА В АВГУСТЕ 2018 ГОДА



ИСТОЧНИК: NSIDC

же утверждена государственная программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны России на период до 2020 года» [3]. Более того, образован новый орган – Государственная комиссия по вопросам развития Арктики. На сегодняшний день вопрос развития Арктики также становится одним из приоритетных задач в деятельности ООН. Особое внимание уделяется проблеме изменения климата и его влияния на Арктику и всего мира.

АКТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Негативные воздействия на окружающую среду данного региона уже привели к серьезным последствиям, которые, в свою очередь, благодаря природно-климатическим особенностям могут перерасти из регионального масштаба в глобальный.

Согласно Программе ООН по окружающей среде (UNEP, United Nations Environment Programme), выделяется 3 основные экологические проблемы Арктической зоны:

- изменение климата и таяние арктических льдов;
- загрязнение вод северных морей;

■ сокращение популяции арктических животных и изменение их среды обитания.

Рассмотрим данные проблемы более подробно.

По последним результатам, проводимым Национальным центром данных по снегу и льду (NSIDC, National Snow and Ice Data Center), примерный объем арктического льда на начало августа 2018 года составлял 5,61 млн км². Данный показатель является на 1,59 млн км² меньше средней площади льда за период с 1981 по 2010 года, однако на 890 тыс км² больше рекордно низкого показателя за август 2012 года (Рисунок 1) [4].

В конце месяца объем морского льда составил 4,97 млн км². Наиболее низкими показателями характеризовался объем льда прибрежных морей Северного Ледовитого океана, за исключением Восточно-Сибирского моря (Рисунок 2) [4].

Как известно, на арктическом шельфе с каждым годом возрастает количество проектов по добычи нефти, что является основным потенциальным источником его загрязнения, наряду с транспортировкой нефти и нефтепродуктов танкерами.

Один из самых крупнейших нефтяных раз-

ливов в истории произошел у берегов Аляски. 23 марта 1989 года танкер Exxon Valdez сел на мель у рифа Блай в заливе Принца Уильяма. В результате катастрофы около 10,8 миллионов галлонов нефти (около 260 тыс. баррелей или 40,9 миллионов литров) вылилось в море, образовав нефтяное пятно в 28 тысяч квадратных километров. Всего танкер перевозил 54,1 миллиона галлонов нефти. Нефтью было загрязнено около двух тысяч километров береговой линии (Рисунок 3) [5]. Район аварии являлся труднодоступным, что сделало невозможным быструю ликвидацию последствий выброса нефти. Из-за нефтяного загрязнения пострадало более 2 тысяч километров побережья, около 250 тысяч морских птиц и 2800 каланов, 300 тюленей, 250 белоголовых орланов, 22 касатки, популяции лосося и сельди [6].

Типичные экстремальные зимние условия Арктики усложняют процесс ликвидации возможных разливов. Несмотря на то, что наличие припайного льда снизит риск выброса сырой нефти на берег, в то же время он препятствует доступу к зоне разлива.

В феврале 2006 г. у берегов Аляски в порту города Никиски сел на мель танкер «Seabulk Pride» с 20 тыс. т нефти и нефтепродуктов на борту. Причиной послужило то, что в момент заправки нефти в танкер врезалась плавучая льдина. В результате произошел разрыв шлангов, по которым нефть подавалась на борт. Льдина «тащила» 183-метровое судно по течению, пока оно не село на мель. При разрыве шлангов в воду и на палубу танкера попало около тонны нефти. Разлив был быстро локализован (Рисунок 4) [7].

Арктика – один из немногих регионов мира,

где сохранилась нетронутая природа. Однако в то же время Арктика является самым уязвимым местом планеты. Таяние ледников, браконьерство, ускоренное появление новых отраслей промышленности, а также разработка и добыча огромных запасов углеводородов – всё это оказывает негативное влияние на арктических животных. И, возможно, в скором будущем часть из них мы больше никогда не увидим [8]:

АТЛАНТИЧЕСКИЙ МОРЖ:

Угроза вымирания: изменение климата, загрязнение морской среды, дна и берегов нефтью и нефтепродуктами.

БЕЛАЯ ЧАЙКА:

Угроза: потепление, химическое загрязнение окружающей среды.

НАРВАЛ:

Угрозы: чувствительны к шуму, интенсивное судоходство, нефтеразливы.

ГРЕНЛАНДСКИЙ КИТ

(сохранилось несколько сотен особей):

Угрозы: сокращение планктона, непереносимость компонентов нефти и нефтепродуктов.

БЕЛЫЕ МЕДВЕДИ:

Угрозы: изменение климата, браконьерство, нефтедобыча.

ВКЛАД РОССИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

На данный момент ни одно государство в мире не имеет эффективную программу предотвращения и/или ликвидации нефтяного раз-

РИСУНОК 3. АВАРИЯ ТАНКЕРА EXXON VALDEZ



ИСТОЧНИК: USGS

ОБ АВТОРЕ:

Битюкова Екатерина Викторовна, магистр СПбГУ, член ассоциации стипендиатов Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского, bitiukova.e@gmail.com

AUTHOR REVIEW:

Bitiukova Ekaterina Viktorovna, Master student of SPbU, Member of the Fellows Association of the The V.I. Vernadsky Non-Governmental Ecological Foundation, bitiukova.e@gmail.com

лива в арктических морях. Российские власти отчетливо понимают важность сохранения арктического региона. Согласно «Основам государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» (2008 год), национальным интересом в исследуемом регионе является «сбережение уникальных экологических систем». К мерам реализации государственной политики по обеспечению экологической безопасности арктической зоны России относятся: установление особых режимов природопользования и охраны окружающей среды, включая мониторинг ее загрязнения; рекультивация природных ландшафтов, обеспечение химической безопасности, в первую очередь в местах проживания населения [9].

Поскольку 2017 года был объявлен годом экологии в России, Министерство природных ресурсов и экологии РФ выделило 1,69 млрд рублей на ликвидацию нанесенного экологического ущерба Арктике, в рамках программы «Чистая страна». Стоит отметить, что за период с 2012 по 2015 год в Арктике было утилизировано 40 тысяч тонн отходов, рекультивировано 200 гектар земель. Пилотным регионом программы очистки Арктики стала Земля Франца-Иосифа, где уже утилизировано 44 процента

накопленных отходов. «Генеральная уборка» Арктики продолжится и в 2019 году. На сегодняшний день в очистке Арктики от экологического ущерба принимает участие также Министерство обороны РФ [10].

Так, в проект подпрограммы «Экономическое и социальное развитие Арктической зоны Российской Федерации на 2012–2020 годы» государственной программы Российской Федерации «Региональная политика и федеративные отношения» включено мероприятие «Обеспечение экологической безопасности в Арктической зоне Российской Федерации» с реализацией в 2014–2020 гг. В его рамках предусмотрены следующие работы: «Экологическая реабилитация мест базирования воинских частей и других объектов Вооруженных Сил, оставленных в результате их сокращения, реформирования, технического перевооружения и по другим причинам» и «Ликвидация прошлого экологического ущерба на островах архипелага Земля Франца-Иосифа, накопленного за предыдущие периоды» [11].

Однако, законодательная база до сих пор не урегулирована. Множество законов и правовых актов были написаны без учета природно-климатических особенностей Арктики. В нормативно-правовых актах не установлено допустимое антропогенное воздействие, не разработаны меры по предотвращению и ликвидации нефтяных разливов.

Существует наблюдательная сеть Росгидромет, предназначенная для наблюдения за физическими и химическими процессами в природе, а также для определения уровня загрязнения окружающей среды. Но этого не достаточно для полного понимания состояния арктической зоны. Необходима разработка единой информационно-экологической системы, где будет собрана и проанализирована комплексная экологическая ситуация в данном регионе. Поскольку покомпонентный мониторинг не способен дать полное понимание экологической обстановки.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПО ВОПРОСАМ АРКТИКИ

В международных проектах по проблемам устойчивого развития все чаще начинает использоваться именно системный подход, при котором рассматривается сложная структура показателей, включающая в себя общественную и экологическую системы, социальное, экономическое и природное взаимодействие. Особо актуальна постановка этой задачи для Арктического региона, где решение экологических проблем должно осуществляться через строгие ограничения на хозяйственную, научную и туристическую деятельность, активное резервирование новых территорий в Арктике, таких как национальные парки, заповедники, использование стратегических резервов нации и использование высоких технологий в базовых, ресурсных отраслях и секторе услуг [12].

Несмотря на предпринимаемые усилия каждой страны, в одиночку обеспечение экологической безопасности Арктики практически невозможно ни одной стране. Поэтому важно налаживать активный международный диалог.

Международное сотрудничество активно начало развиваться с начала 1990-ых годов. Правовую основу обеспечивают различные договоры и конвенции, в частности Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992 г.), Международная конвенция по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству (1990 г.), Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (2001 г.) и многие другие.

Огромная роль в обеспечении экологической безопасности Арктики на международном уровне играет Арктический совет, созданный в 1996 году. В состав Совета входят приарктические страны: Россия, США, Канада, Дания, Исландия, Норвегия, Швеция и Финляндия. Главными задачами Арктического совета являются охрана окружающей среды, обеспечение устойчивого и динамического развития региона как средства улучшения экономического, социального и культурного благосостояния народов Севера.

Россия ведет активную работу в целях содействия сотрудничеству государств Арктического региона с целью охраны окружающей среды и устойчивого развития. Важно отметить, что развитие Арктической территории России сегодня выступает важнейшим фактором стабилизации экономики страны, является решающим в обеспечении национальной экономической безопасности. Общая площадь арктических владений России составляет порядка 3,7 млн кв. км, т. е. 18% всей территории нашей страны. Здесь проживает в общей сложности около 2,5 млн человек. В этом же

регионе, по оценкам экспертов, сосредоточено 80% российских запасов газа, 70% нефти и 50% угля [12].

В последние годы Российская Федерация значительно активизировалась в сфере охраны окружающей среды. Как уже отмечалось выше, в стране осуществляются проекты по очистке арктической зоны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В будущем территории Арктики станут основным объектом пополнения нефтегазовых запасов для всего мира. Потому заинтересованность в разработке арктических природных ресурсов будет увеличиваться и со стороны неарктических стран. В результате, геополитическая напряженность в Арктическом регионе только усилится.

Значимость Арктики для России обусловлена несколькими факторами – это и наличие огромных, разведанных запасов углеводородов, и возможность использовать другие природные ресурсы, и возрастающее значение Северного морского пути. Всё это, несомненно, играет огромную роль в перспективах освоения и сохранения приарктических территорий Российской Федерации.

Согласно оценкам зарубежных и российских ученых и экспертов, окружающая среда большей части Арктики России является менее загрязненной, что можно увидеть и на космических снимках.

Безусловно, есть надежда на улучшение экологической обстановки, урегулирование международных обязательств, а также развитие новых направлений проектов как научных, так и инфраструктурных. Однако особую важность при осуществлении любой деятельности все еще играет жесткий контроль выполнения требований экологической безопасности и минимализация негативного воздействия на окружающую среду.

РИСУНОК 4. АВАРИЯ ТАНКЕРА SEABULK PRIDE



ИСТОЧНИК: USGS

ЛИТЕРАТУРА:

- Сморчкова В.И., Сулимова Т.С. Социальная ответственность бизнеса в северных регионах России // Социальная политика и социальное партнерство, 2014. № 7. С. 13-30.
- Еремин Н.А., Кондратьев А.Т., Еремин Ал.Н. Ресурсная база нефти и газа Арктического шельфа России // Институт проблем нефти и газа РАН, 2010. С.15.
- Путин В.В. Приветственное слово // Материалы Международной конференции «Актуальные проблемы устойчивого развития и обеспечения безопасности в Арктике», Совет безопасности РФ, Нарьян-Мар, 2014 г.
- URL: <http://nsidc.org/arcticseaicenews>
- The Exxon Valdez Oil Spill – A Report to the President, – Samuel K. Skinner, William K. Reilly, 1989
- URL: <https://wwf.ru/resources/news/arkhiv/arktika-pod-ugrozoy-novoy-neftyanoy-katastrofy/>
- Павленко В.И., Муангу Ж., Коробов В.Б., Лохов А.С. Актуальные проблемы предотвращения, ликвидации разливов нефти в Арктике и методы оценки экологического ущерба прибрежным территориям // Арктика: экология и экономика, 2015. № 3(19). С. 4-11.
- URL: <http://www.nat-geo.ru/nature/154259-pyat-zhivotnykh-arktiki-kotorykh-my-mozhem-poteryat/>
- URL: <https://rg.ru/2009/03/30/arktika-osnovy-dok.html>
- URL: <https://tass.ru/v-strane/4478177>
- URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18260>
- Родионова И.А., Лиманская Е.М. Дифференциация регионов Крайнего Севера России по уровню и качеству жизни населения // Региональная экономика: теория и практика, 2010. № 3 (138). С. 77-86.

[Авторы: Р.А. Шарафутдинов, Д.В. Злобин, В.Л. Гавриков, В.В. Нагорская]

ДИАГОНАЛИ «ЗЕЛЕННОГО КВАДРАТА»:

АНАЛИЗ СОЧЕТАНИЯ РЕСУРСОВ И СПРОСА В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ



Рисунки: ДВЯТЯРИКОВА МАРИНА, (Челябинск)

DIAGONALS OF THE «GREEN SQUARE»: ANALYSIS OF THE COMBINATION OF RESOURCES AND DEMAND IN THE SIBERIAN REGION

Ветер, солнечный свет, потенциальная энергия массы воды – все это природные ресурсы, которые распределены весьма неравномерно как в пространстве, так и во времени. Расширение использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), частичное замещение ими старых, выводимых из эксплуатации генераций, может оказаться ответом на вызовы, брошенные углеводородной энергетике Парижским соглашением. Параллельно с ними, неплохие шансы стать ответом на вопрос о путях развития низкоуглеродной энергетики и экономики имеет мирный атом [1]. Имеются веские доказательства того, что ядерная энергетика станет важным составным элементом системы устойчивой энергетики будущего [2, 3]. Лишенная главного недостатка ВИЭ (нестабильность производства энергии), она может стать основой более экологичной энергосистемы, успешно дополняя при этом огромные парки ветровых или фотоэлектрических установок. Как известно, далеко не все районы РФ обладают необходимым потенциалом для того, чтобы развитие ВИЭ было экономически оправданным. Так, использование ветроэнергетических установок (ВЭУ) является экономически выгодным там, где средняя скорость ветра превышает определенную величину, а кривая распределения дает наиболее частую повторяемость скоростей в пределах 4 – 10 м/с [4, 5].

В настоящей работе сделана попытка проанализировать возможности одновременного эффективного использования в пределах некоторой территории двух и более типов генераций, составляющих «зеленый квадрат». Наличие такой возможности мы предлагаем называть диагональю.

Варианты возникновения диагоналей мы рассмотрели на примере Красноярского края. Имеет ли смысл устанавливать фотоэлектрические установки в пределах Норильского промышленного района? Много ли мест в Красноярском крае, в которых сочетание природных ресурсов позволяет разным видам энергетики «дружественно» пересекаться? Ответы на подобные вопросы имели для нас первостепенное значение.

При оценке ветроэнергетического потенциала Красноярского края использованы данные [6], основанные на анализе первичных материалов 61 метеорологической станции. Территория Красноярского края может быть разделена на семь ветровых зон, внутри которых размах колебаний средней скорости ветра составляет 1 м/с. Среднегодовые значения скорости ветра варьируют от 7 и более м/с в первой, до 2 и менее м/с в седьмой.

Международный опыт показывает, что наиболее перспективными районами для развития ветроэнергетики являются те, где среднемесячные значения скорости ветра превышают 5-6 м/с. Таким образом, из семи зон лишь первые четыре представляют реальный интерес для широкого внедрения ВЭУ.

Первая ветровая зона объединяет метеорологические станции, расположенные в районе Енисейского залива (Диксон, Байкаловск). Они характеризуются своей открытостью и влиянием близости Северного Ледовитого океана. Среднегодовые скорости ветра здесь превышают 7 м/с.

Вторая ветровая зона охватывает значительную часть крайнего севера Красноярского края (архипелаг Норден-

шельда, Пясинский залив, Хатангский залив, озеро Таймыр), Северную Землю (острова Визе, Уединения) и район Северо-Сибирской низменности. Среднегодовые скорости ветра варьируют на этих территориях в пределах от 6 до 7 м/с.

Третья ветровая зона охватывает станции, расположенные между изоанемонами 6 и 5 м/с. Это острова Северной земли (Краснофлотские, Малый Таймыр и др.), район Дудинки, Норильска, Усть-Тареи.

Четвертая ветровая зона охватывает станции, расположенные между изоанемонами 5 и 4 м/с. Это район Игарки и Потапово в дельте реки Енисей, район Хатанги, метеостанция в бухте Марии Прончищевой, также район городов Ачинск и Уяр.

Из анализа видно, что первая – третья ветровые зоны располагают самыми высокими ветровыми ресурсами и являются наиболее перспективными для использования ВЭУ. Это связано с тем, что количество электроэнергии, выработанной ветроэлектрической установкой, возрастает кубически с увеличением скорости ветра. Если скорость ветра удваивается, кинетическая энергия, полученная ротором, увеличивается в восемь раз. Естественно, при падении скорости ветра имеет место обратная ситуация.

Так, удельная мощность ветра для первой ветровой зоны изменяется в зависимости от месяца от 336 Вт/м² (июль) до 994 Вт/м² (январь), в то время, как для седьмой ветровой зоны (практически весь юг края) изменяется от 14 Вт/м² (январь) до 68 Вт/м² (май).

Несмотря на то, что север Красноярского края в полной мере отвечает условиям, в которых возможно эффективное использование ВЭУ, важно заметить, что эта колоссальная по площади территория является наименее освоенной, а плотность населения здесь не превышает 0,02 человека на 1 км². Крупные промышленные объекты расположены лишь в пределах Норильской промышленной зоны.

АННОТАЦИЯ:

В работе приводится анализ возможных пересечений атомной и альтернативной энергетики на территории Красноярского края, основанный на имеющемся потенциале территории. Для южных районов края, несмотря на высокий потенциал развития солнечной электроэнергетики, характерен значительный избыток генерирующих мощностей. Потенциально интересным представляется создание АЭС мощностью порядка 800 МВт в пределах Норильского промышленного района, где атомная генерация, в условиях изолированной энергосистемы, может эффективно сочетаться с ВЭУ. Реализация подобного подхода может стать альтернативой проекту освоения Западно-Таймырского угленосного бассейна, а также сократить объемы угледобычи на Кайерканском месторождении.

ABSTRACT:

In this paper, we analyze possible intersections of nuclear and alternative energy sources in the Krasnoyarsk Territory. The analysis is based on the available potential of the territory. For southern regions of the region, despite the high potential for the development of solar power, there is a significant excess of generating capacity. Building of a nuclear power plant with a capacity of about 800 MW is potentially perspective within the Norilsk industrial region. In an isolated power system, nuclear generation can effectively combine with wind turbines. Implementation of this approach can be an alternative to the development of the West Taimyr coal basin, as well as it can reduce coal production at the Kayerkanskoye field.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

альтернативные источники энергии; Красноярский край; ветроэнергетический потенциал.

KEYWORDS:

alternative sources; alternative energy; Krasnoyarsk region; wind energy.

ОБ АВТОРАХ:

ШАРАФУТДИНОВ РУСЛАН АГЛЯМОВИЧ, к.г.н., доцент, Институт экологии и географии СФУ, ruslanate@mail.ru

ГАВРИКОВ ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ, д.б.н., ведущий научный сотрудник, Институт экологии и географии СФУ, vgavrikov@sfu-kras.ru

ЗЛОБИН ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, студент кафедры экологии и природопользования Института экологии и географии СФУ, zlobin.dv@list.ru

НАГОРСКАЯ ВЕРА ВЛАДИМИРОВНА, заместитель директора по связям с общественностью АНО Научно-исследовательский институт проблем экологии, nagorskaya.v@gmail.com

AUTHOR'S REVIEW:

SHARAFUTDINOV RUSLAN AGLJAMOVICH, associate professor, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, ruslanate@mail.ru

GAVRIKOV VLADIMIR LEONIDOVICH, leading scientist, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, vgavrikov@sfu-kras.ru

ZLOBIN DMITRIJ VLADIMIROVICH, student of the chair ecology and nature management, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, zlobin.dv@list.ru

NAGORSKAYA VERA VLADIMIROVNA, Deputy Director for Public Relations, ANO Scientific Research Institute of Ecology Problems, nagorskaya.v@gmail.com

Необходимо подчеркнуть, что при расчете эффективности внедрения и сроков окупаемости парка ВЭУ, большую роль играет прогноз динамики изменений скорости ветра в течение ближайших 10 лет (что близко к минимальному сроку окупаемости, с учетом более высокой стоимости установок арктического исполнения). Анализ данных 1457 метеостанций, расположенных на территории РФ, демонстрирует [7], что в период 1936 – 2010 гг. на всей территории России отмечено снижение скоростей ветра. Повторяемость слабых ветров (до 3 м/с) выросла и уменьшилась повторяемость сильных (6–7 м/с и более). Данные тенденции сохранились и в 2017 году [8]. Однако на северных территориях Евразии (выше 63° с.ш.) среднегодовая скорость ветра, напротив, демонстрирует тенденцию роста.

Таким образом, в ближайшие десятилетия будет наблюдаться падение скоростей ветра на юге Красноярского края, где сосредоточены основные потребители электроэнергии, в то время как в пределах северных территорий, где потребители больших потоков

электроэнергии, фактически, отсутствуют. Тем не менее, это позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать рост ветроэнергетического потенциала северных районов края.

Что касается потенциала солнечной энергетики, развитие данного направления идет с увеличивающимися темпами. Несмотря на то, что плотность энергии солнечного излучения в целом не слишком велика, множеством исследователей отстаивается точка зрения, что потенциал солнечной генерации сильно недооценен [9].

По мнению другой группы исследователей, имеющиеся на сегодняшний день технологии не позволяют рассмотреть солнечную генерацию в качестве надежного, а главное – финансово оправданного источника энергии. Так, стоимость строительства солнечной электростанции Ivanpah (392 МВт) составила 143 миллиар-

да рублей, или 365 тысяч рублей на 1 кВт установленной мощности.

Недооценка (как и переоценка) потенциала солнечной генерации не столь безобидна, поскольку даёт ложные сигналы политикам и может приводить к неэффективному распределению ресурсов.

Несмотря на то, что территория России приурочена к средним и высоким широтам, многие районы страны характеризуются значительными среднегодовыми поступлениями солнечной радиации на уровне 4-5 кВт·ч на кв. м [10], что соответствует территории Центральной Европы.

Необходимо сделать оговорку, что в настоящей работе под солнечной энергетикой подразумевается лишь фотоэвольтаика. Это связано с тем, что применение гелиотермальных технологий, на наш взгляд, имеет невысокие перспективы в Сибири, также как и установок, работающих по термодинамическому циклу.

Данные о величине удельного потока солнечной радиации на территории Красноярского заимствованы из результатов исследования [11].

Очевидно, величина солнечной радиации определена в каждой точке поверхности (непрерывна). С другой стороны, в районах южной части Красноярского края она и весьма однородна по

территории каждого района, то есть может быть с хорошей точностью выражена одним (средним) значением. К тому же величины для соседних районов достаточно близки. В значительной степени это относится и к более северным районам края.

По валовому потенциалу поступления солнечной радиации в пределах Красноярского края можно выделить четыре зоны.

К первой отнесены районы, расположенные в южной части края, со среднегодовой суммой суммарной радиации на горизонтальную поверхность, составляющей 1100-1200 кВт·ч/кв.м при средних значениях облачности, прозрачности атмосферы и открытости горизонта. Такие условия обеспечивают стабильную эксплуатацию гелиосистем. Это Абанский, Ачинский, Балахтинский и другие районы. Особенно выделяются Ермаковский и Шушенский с показателем потенциала около 1200 кВт·ч/кв.м за год.

Во вторую зону попадают районы центральной части Красноярского края. Среднее значение валового потенциала за год составляет 1000-1100 кВт·ч/кв.м, что в основном удовлетворяет требованиям эксплуатации малых и средних гелиосистем. Это Бирилюсский, Большемуртинский, Мотыгинский, Тасеевский и другие районы.

Третья зона включает северную часть Красноярского края. Потенциальные гелиоресурсы составляют менее 930 кВт·ч/кв.м за год. В этой зоне условия неблагоприятны для использования крупных и средних гелиосистем.

Четвертая зона – Крайний Север (Таймырский район). Гелиоресурсы на уровне 750 кВт·ч/кв.м за год предопределяют условия, неблагоприятные для использования гелиоэнергетики.

Однако валовое поступление солнечной энергии не позволяет учесть все имеющиеся условия, характеризующие практическую возможность ее использования. Для этих

целей подходит технический потенциал, то есть та часть валового потенциала, которая, при прочих равных условиях, может быть фактически использована.

Изучение распределения мощности солнечного излучения по месяцам позволяет сделать вывод, что эффективная работа солнечных энергоустановок в центральной части Красноярского края до широты 57°-58° продолжается с апреля по август. Несколько южнее период их эффективной работы увеличивается с марта по сентябрь, а на южной «оконечности» края, в связи с высоким количеством солнечной радиации возможно почти круглогодичное использование гелиоустановок.

С этой позиции следует обозначить первую, наиболее перспективную солнечную зону, с высокой среднегодовой величиной суммарной радиации на горизонтальную поверхность, составляющей 1100-1200 кВт·ч/кв.м за год (Рисунок 1).

Из представленной выше информации видно, что эффективное применение гелиоустановок возможно в южных районах Красноярского края, в то время как ветроэнергетические установки окажутся наиболее эффективными в северных районах Красноярского края.

В тоже время, размещение атомных электростанций возможно практически в пределах всей территории Красноярского края. Несомненно, на отдельных участках подобное строительство невозможно в силу специфики инженерно-геологических условий, но подобные трудности могут быть преодолены. Так, наличие многолетнемерзлых пород не является преградой для строительства АЭС. Примером тому служит Билибинская АЭС – единственная в мире атомная электростанция, расположенная в зоне вечной мерзлоты, успешно эксплуатируемая с 1974. Ее суммарная установленная мощность составляет 48 МВт. С появлением в России плавучих атомных энергетических блоков (ПАТЭС), в

РИСУНОК 1. ВОЗМОЖНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ВИЭ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ



Представленный выше Рисунок 1 наглядно демонстрирует зоны, в которых имеются возможности для совместного эффективного использования существующих ресурсов ВИЭ и атомной энергетики в Красноярском крае. Очевидно, что формирование «диагонали зеленого квадрата», обусловленных эффективным сочетанием ВИЭ и атомной энергии, возможно в пределах северных (АЭС-ВЭУ) и южных (АЭС-ГЭУ) районов Красноярского края. Вопрос о формировании сочетания АЭС-ВЭУ-ГЭУ, без сомнения, может рассматриваться в пределах центральной группы районов Красноярского края, однако лишь в том случае, когда КПД ГЭУ достигнет величины 26-28%, что, согласно прогнозу [12, 13, 14], произойдет в ближайшие 20 лет.

Для дальнейшего анализа возможности совместного использования ВИЭ и атомной энергии, следует учесть ряд факторов. Главнейший из них – текущая доступность тепловой или электрической энергии. Следует помнить, что, несмотря на все экологические плюсы, альтернативная энергетика, как и любая другая – не самоценность. Не она стоит во главе угла, а конечный тариф. Всё, что помогает его уменьшить, желателен в средне- и долгосрочной перспективе, должно развиваться.

На юге Красноярского края в текущее время наблюдается выраженный избыток электроэнергии, при этом ее стоимость весьма конкурентоспособна, что позволяет осуществлять переброс ее не только в другие регионы, но и за рубеж.

По данным 2017 года, средняя годовая цена электроэнергии, отпускаемая Минусинской ТЭЦ, составляет 0,61 руб. с НДС, Саяно-Шушенской ГЭС и Красноярской ГЭС – 0,23 руб. с НДС. Известно, что эти гиганты гидроэнергетики располагают непотребленной и нераспределенной энергией. Из крупных проектов, реализация которых ожидается в ближайшие годы, можно отметить лишь строительство железной

дороги Курагино (Красноярский край) – Кызыл (Тува).

Из сказанного видно, что при отсутствии крупных растущих потребителей электроэнергии (и отсутствии надежд на их появление), на фоне имеющегося избытка существующей генерации, южные районы Красноярского края не имеют реальных шансов на появление и совместное функционирование ВИЭ и атомной энергетики.

Совсем иначе обстоит ситуация в северных районах Красноярского края. Они являются потенциально дефицитными, как по наработке тепловой, так и электрической энергии, в то время как серьезное увеличение промышленных мощностей здесь весьма вероятно.

Главная отрасль в экономике северной части Красноярского края – добыча цветных металлов, газа и газового конденсата. Энергосистема севера Красноярского края, в частности Таймырского района, территориально и технологически изолирована от Единой энергетической системы России, что предъявляет к ней повышенные требования по надежности.

Особое значение для экономики края имеет Норильский промышленный район. Энергосистема городского округа Норильск также территориально и технологически изолирована от Единой энергетической системы России, поэтому район обладает значительными генерирующими мощностями: тремя ТЭЦ, которые расположены непосредственно в Норильске и Усть-Хантайской гидроэлектростанцией в пгт Снежногорск.

Именно эта территория представляет наибольший интерес с позиции практической реализации идей «Зеленого квадрата». Прежде всего, это связано со значительными возможностями для расширения производственных мощностей, что повлечет за собой увеличение спроса на электроэнергию.

На прилегающих территориях Таймырского муниципального района запла-

нирована разработка новых месторождений Масловского и Черногорского, а также южной части месторождения Норильск-1. Наиболее вероятной является разработка Масловского месторождения компанией Норильский Никель. Высокой степенью вероятности разработки характеризуются перспективные месторождения за контуром учтенных запасов в пределах горных отводов «Октябрьского» и «Талнахского» месторождений.

Для обеспечения энергетической безопасности района в ближайшее десятилетие ожидается начало освоения Западно-Таймырского угленосного бассейна с основными месторождениями Сырадасайское и Крестьянское. Помимо месторождений к созданию планируются горнообогатительный угольный комбинат в районе посёлка Сырадасай.

Следует заметить, что в ближайшие годы возможна ратификация РФ Парижского соглашения. Это, без сомнения, отразится на экономике Красноярского края. Дело в том, что в Парижском соглашении много говорится о замораживании угольных проектов, так как уголь – самый «грязный» по выбросам парниковых газов вид топлива. Многие банки и финансовые организации, причем не только европейские, приняли решения о запрете угольных инвестиций. Ожидаемый объем декарбонизации инвестиций к 2020 году достигнет 500 млрд долларов.

С учетом сказанного, развитие угольной генерации на севере Красноярского края может стать причиной будущих экспортных ограничений, налагаемых на выпускаемую здесь продукцию со стороны международного сообщества.

В связи с тем, что Красноярский край – абсолютный лидер в России по производству цветных металлов (здесь производится более 30% меди, почти 98% металлов платиновой группы), подобные угрозы требуют соответствующих превентивных мер.

В этой связи имеет смысл рассматривать отказ от проектов освоения Западно-Таймырского угленосного бассейна, а предполагаемый дефицит мощности компенсировать созданием генераций, основанных на совместном применении ВЭУ и АЭС.

С позиции «Зеленого квадрата», интересным решением является создание в пределах Норильского промышленного района АЭС мощностью 800 МВт, а также парка ВЭУ, суммарной мощностью не менее 100 МВт.

В этом случае атомные электростанции могут взять на себя функцию обеспечения потребителей не только электрической, но и тепловой энергией, в то время как ВЭУ – электрической.

Подобный вектор развития обеспечит снижение нагрузки на окружающую среду за счет сокращения выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов, а также сохранение арктических ландшафтов в результате отказа от добычи каменного угля открытым способом.

Нужно отметить, что в целом в арктической зоне РФ единичны проекты развития альтернативных генераций. В частности, это ВЭУ в Ненецком автономном округе, где в поселке Амдерма установлены 4 ветроэнергетические установки общей мощностью 200 кВт. Заканчивается строительство ВЭУ мощностью 1МВт в поселке Тикси Булунского улуса Якутии. Полученный положительный опыт эксплуатации ВЭУ в подобных суровых условиях должен найти применение при проектировании и эксплуатации ВЭУ на территории Норильского промышленного района.

Таким образом, с позиции «Зеленого квадрата», наиболее эффективным представляется развитие атомной энергетики в сочетании с ВЭУ в пределах северных промышленных территорий Красноярского края. Подобное сочетание будет способствовать развитию возобновляемых источников энергии в Арктике, а также исполнению обязательств, предусмотренных Парижским соглашением, в случае его ратификации РФ.



ЛИТЕРАТУРА:

1. Рублева М.Е. Ядерная энергия в дискуссии об углеродном следе: чистая среди главных, стабильная среди чистых/ М.Е. Рублева, К.И. Хоцинская, Р. А. Шарифудинов, В. Л. Гавриков, В. В. Нагорская. Проблемы региональной экологии. 2018 (1) – С.73-79.
2. Gasparatos, A.; Doll, C. N. H.; Esteban, M.; Ahmed, A.; Olang, T. A. Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2017, 70, 161–184, doi:10.1016/j.rser.2016.08.030.
3. Bilgili, M.; Ozbek, A.; Sahin, B.; Kahraman, A. An overview of renewable electric power capacity and progress in new technologies in the world. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015, 49, 323–334, doi:10.1016/j.rser.2015.04.148.
4. Рекомендации по определению климатических характеристик ветроэнергетических ресурсов: Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 80 с.
5. Саплин, Л.А. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием возобновляемых источников: учеб. пособие / Л.А. Саплин [и др.]; под общ. ред. Л.А. Саплина; Челябинск, ЧГАУ, 2000. – 194 с.
6. Исследовательский отчет по проекту «Технико-экономическая оценка возможности использования возобновляемых источников энергии на территории Красноярского края в разрезе муниципальных образований». ФГАУ ВПО Сибирский федеральный университет. Красноярск, 2013 г. – 352 с.
7. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Москва, 2014. 59 с.
8. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год. – Москва, 2018. – 69 с.
9. Felix Creutzig et al. The underestimated potential of solar energy to mitigate climate change. *Source, Nature energy* 2 (2017), Art. 17140, 9 pp.
10. Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Г., Киселёва С.В., Терехова Е.Н. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России. – М.: ОИВТ РАН, 2010. – 84 с.
11. Возобновляемые источники энергии Российской Федерации – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gis-vie.ru> (дата обращения: 04.02.2016).
12. Philibert Cédric, 2005. «The Present and Future use of Solar Thermal Energy as a Primary Source of Energy». IEA. Archived from the original on 2011-12-12.
13. Ranjan, V., et al. 2007. Phase Equilibria in High Energy Density PVDF-Based Polymers. *Physical Review Letters* 99: 047801-1 – 047801-4. DOI:10.1103/PhysRevLett.99.047801
14. Tioga Energy, 2011. «Efficiency of Solar Energy», www.tiogaenergy.com/aboutsolar/types-of-solar/efficiency-of-solar-energy



ЭКОСИСТЕМА «ЗЕЛЕНОГО КВАДРАТА»:

НЕОБХОДИМОСТЬ
УСТАНОВЛЕНИЯ
СОЦИАЛЬНО-
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
НИШ ИСТОЧНИКОВ
ГЕНЕРАЦИИ



“GREEN SQUARE” ECOSYSTEM: SOCIO-ECOLOGICAL
NICHES HAVE TO BE DEFINED

[Авторы: В.Л. Гавриков, Р.А. Шарафутдинов, А.А. Бурнова,
М.Е. Рублева, Д.А. Полосухина, Д.В. Злобин]

I. ВВЕДЕНИЕ: «ЭКОСИСТЕМНЫЙ» ВЗГЛЯД НА ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Неполный список технологий электрогенерации на начало 21 в. включает (по мере убывания количества произведенной энергии, в TWh) (IEA World Energy Outlook 2014):

- угольные электростанции – 9204;
- электростанции на природном газе – 5104;
- гидроэлектростанции – 3672;
- атомные электростанции – 2461;
- ветровые установки – 521;
- установки на биомассе – 442;
- солнечные установки – 97.

Разнообразие способов производства энергии – сам по себе факт, несомненно, положительный. Однако он не дает представления о проблемах, которые в связи с этим возникают.

Предположим, что в некотором географическом регионе имеется, например, три предприятия, генерирующие электроэнергию тремя разными способами, причем суммарная их мощность превышает текущие потребности этого региона. Возникает очевидная ситуация конкуренции за ресурс, в данном случае – доступ к потребителю. Какой из способов генерации энергии «должен» остаться, а какой – уступить место?

Однозначно правильного ответа на этот вопрос не существует. Дело в том, что сами источники весьма разнокачественны в отношении технических особенностей генерации, разнообразна экологическая цена, которую приходится платить за определенный способ генерации (Weisser, 2007; Sovacool, 2008; Рублева и др., 2018). Существенно различаются и обычные

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрены естественные ниши для источников генерации, принадлежащих к «Зеленому квадрату», в приложении к муниципальным образованиям (МО) Красноярского края. Характеристики МО, которые определяют нишу для источника генерации основываются на: плотности населения, уровне индустриализации МО, потенциале территории для ветро- и солнечной энергетики. В результате экспресс-анализа все МО охарактеризованы как потенциальные ниши для тех или иных источников генерации.

ABSTRACT: In the paper, natural niches of generation sources are considered that belong to “Green square” concept.

Municipalities of Krasnoyarsk territory served as potential points of application for the generation sources. The municipalities were described by a number of characteristics: population density, industrialization level, potential for wind and solar power engineering. As a result of the express-analysis, all the municipalities are defined as potential niches for the generation sources.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: источники генерации; социально-экологическая ниша; муниципальные образования; Красноярский край.

KEYWORDS: sources of generation; social and ecological niche; municipalities; Krasnoyarsk region.

ОБ АВТОРАХ:

ГАВРИКОВ ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ, д.б.н., ведущий научный сотрудник, Институт экологии и географии СФУ, vgavrikov@sfu-kras.ru

ШАРАФУТДИНОВ РУСЛАН АГЛЯМОВИЧ, к.г.н., доцент, Институт экологии и географии СФУ, ruslanate@mail.ru

БУРНОВА АЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА, магистрант кафедры экологии и природопользования Института экологии и географии СФУ, albur1994@yandex.ru

РУБЛЕВА МАРИНА ЕВГЕНЬЕВНА, магистрант кафедры экологии и природопользования Института экологии и географии СФУ, marishka_6500@mail.ru

ПОЛОСУХИНА ДАРЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА, магистрант кафедры экологии и природопользования Института экологии и географии СФУ, dana_polo@mail.ru

ЗЛОБИН ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, студент кафедры экологии и природопользования Института экологии и географии СФУ, zlobin.dv@list.ru

AUTHOR'S REVIEW:

GAVRIKOV VLADIMIR, leading scientist, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, vgavrikov@sfu-kras.ru

SHARAFUTDINOV RUSLAN, associate professor, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, ruslanate@mail.ru

BURNOVA ALENA, magister student of the chair ecology and nature management, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, albur1994@yandex.ru

RUBLEVA MARINA, magister student of the chair ecology and nature management, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, marishka_6500@mail.ru

POLOSUKHINA DARJA, magister student of the chair ecology and nature management, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, dana_polo@mail.ru

ZLOBIN DMITRIJ, student of the chair ecology and nature management, Institute of ecology and geography, Siberian federal university, zlobin.dv@list.ru

экономические цены за единицу произведенной энергии. И, наконец, очень разнообразен ресурс, ради которого осуществляется генерация, т.е. население и объекты хозяйства и промышленности.

В известном смысле, можно провести аналогию между текущей ситуацией в региональной энергетике и функционированием экологических систем, где различные группы организмов конкурируют за один и тот же ресурс. В естественной среде конкуренция приводит либо к вымиранию каких-либо групп, либо к распределению их по экологическим нишам, что снижает напряжение конкуренции.

Фактически, имея ввиду разумный подход к планированию и регулированию энергосистем, задача состоит в том, чтобы определить для каждого способа генерации собственную социально-экономическую нишу. Такая ниша должна гарантировать минимальный набор экологических, социальных, экономических издержек, которые неизбежно сопровождают развитие общества.

Тот факт, что между типами источников генерации существует конкуренция, иногда достаточно острая, подтверждается проводимыми исследованиями. В недавней статье Х.В. Зинна «Буферизация волатильности: исследование границ немецкой энергетической революции», опубликованной в *European Economic Review* (Sinn, 2017), проведен очень подробный анализ того, до каких пределов увеличение доли возобновляемых источников энергии возможно в отдельно взятой стране или группе стран. Исследование проведено на примере Германии как стране, имеющей самый большой экономический потенциал в Европе.

Суть проблем, возникающих на пути желания некоторых политических сил сделать энергоснабжение Германии целиком на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), состоит в том, что солнечная и ветряная генерации принципиальным образом волатильны. На волатильность производства электроэнергии накладывается волатильность ее потребления. В принципе, можно было бы представить себе, что эти волатильности могли бы быть сглажены с помощью буферных мощностей, накапливающих избыточные количества энергии на пике энергогенерации. Реальные расчеты показывают, однако, что тот объем буферных установок, необходимый для реализации хотя бы половины «зеленой» энергии в отдельно взятой стране Германии, физически невозможно реализовать.

Попытки выйти из этого тупика путем, например, буферизации в рамках консорциума нескольких европейских стран наталкиваются на новые физические преграды. В основе них – необходимость перебрасывать на большие расстояния огромные количества энергии, а также недостаток объемов буферизации внутри группы стран и необходимость привлекать внешние объемы. Такой консорциум, таким образом, даже если решит свои собственные задачи по самообеспечению «зеленой» энергией, начнет сбрасывать возникающие проблемы на окружающие страны.

С нашей точки зрения, аналитическая работа должна предшествовать стремлению изменить баланс источников генерации в ту или иную сторону. Особенно это важно на фоне того, что политическая поддержка ВИЭ (например, в европейских странах) зачастую оторвана от реальности, что представляет известную угрозу для развития экономики и общества в целом. Суть этой аналитической работы состоит в том, чтобы определить естественные ниши для внедрения и функционирования тех или иных источников генерации.

РИСУНОК 1.
РАЙОНИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ПО 3-М ЗОНАМ

- I солнечная зона (1100–1200 кВт·ч/кв.м)
- II солнечная зона (1000–1100 кВт·ч/кв.м)
- III солнечная зона (менее 930 кВт·ч/кв.м)

В скобках указаны диапазоны значений валового солнечного потенциала для данной зоны.



КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕННОГО КВАДРАТА» В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Концепция естественных социально-экологических ниш для энергоисточников «Зеленого квадрата» предполагает, что для формально альтернативных способов генерации необходимо найти варианты их использования и взаимодействия, которые бы минимизировали их прямую конкуренцию и соответствовали требованиям потребителей. В качестве основных критериев оценки предполагаемых естественных ниш использовались: плотность населения, уровень индустриализации, а также природный потенциал для источников генерации (гидроресурсы, ветровые и солнечные ресурсы).

В 2013 г. коллективом исследователей Сибирского федерального университета в рамках Долгосрочной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае» на 2010-2012 годы и на период до 2020 года был осуществлен проект «Технико-экономическая оценка возможности использования возобновляемых источников энергии на территории Красноярского края в разрезе муниципальных образований края».

Хотя авторы приводят в исследовательских отчетах различные характеристики муниципальных образований (МО), в т.ч. площадь МО, численность и плотность населения, основной фокус работы направлен на выявление потенциала использования того или иного источника генерации. Например, результатом анализа возможностей использования электрогенерации на основе солнечного излучения (СИ) стало районирование территории Красноярского края с выделением географических областей, обладающих тем или иным потенциалом поступления солнечной энергии.

Например, на Рисунок 1 показано районирование Красноярского края по солнечным энергоресурсам с выделением трех зон обеспеченности этими ресурсами (Технико-экономическая оценка...Том IV, 2013).

Как указывают авторы, технический потенциал – это та часть валового потенциала, которая, при прочих равных условиях (углах наклона, климатических, ландшафтных и пр.), прежде всего, зависит от к.п.д. фотопреобразователя (к.п.д. солнечного коллектора), а так же и от его приемной площади. Поскольку первая из этих величин для конкретного устройства практически выражается константой, то вторая – площадь – и будет определять суммарный энергетический баланс. То есть, при определенных упрощениях, технический потенциал солнечной энергии будет пропорционален валовому, с коэффициентом пропорциональности меньше единицы. Этот коэффициент будет медленно снижаться со временем, что, в первую очередь, определяется естественной технической деградацией солнечных преобразователей.

И в этом случае, понятие «технический потенциал солнечной энергии» разумно выражать в удельных единицах «кВт·ч/кв.м за год».

Авторы подчеркивают, что приведенные

потенциальные характеристики являются интегральными, что не позволяет отразить ряд микроклиматических особенностей. Оценки гелиоэнергетических ресурсов получены для горизонтально расположенной приёмной поверхности солнечной батареи. Простейшим способом увеличения коэффициента полезного действия гелиоустановок является ориентация их приёмных поверхностей на юг под углом 45°–50°. Это позволяет повысить эффективность преобразования солнечной энергии примерно на 15–20%.

Авторы исследовательского отчета установили, что эффективная работа солнечных энергоустановок в центральной части Красноярского края до широты 57°–58° продолжается с апреля по август. Несколько южнее период их эффективной работы увеличивается с марта по сентябрь, а на южной «оконечности» края, в связи с высоким количеством солнечной радиации возможно почти круглогодичное использование гелиоустановок. В остальные месяцы из-за малой высоты солнца над горизонтом и ослабления солнечного излучения атмосферой эффективность использования гелиоприёмников падает в 4–5 раз. Таким образом, центр и южные районы Красноярского края характеризуются довольно широкими возможностями для применения солнечных энергоустановок преимущественно сезонного типа, особенно в сельской местности.

Наконец, авторы подчеркивают, что экономический потенциал гелиоэнергетики в условиях Красноярского края – это, скорее, показатель социальный. Он должен измеряться в энергетических единицах – кВт.ч электрической или МДж тепловой энергии, потреблённой населением. Однако, важным показателем, имеющим отношение к экономическому потенциалу, является цена энергии, обычно выражающаяся в денежных единицах за кВт.ч.

Аналогичным образом авторами исследования было произведено районирование Красноярского края в аспекте ветроэнергетических ресурсов (Рисунок 2).

Вместе с тем представляется важным включить в алгоритм районирования показатель плотности населения. Именно плотность населения какой-либо территории определяет характер потребителя энергии. В основу районирования можно положить предположение, что низкая плотность населения, как правило, ассоциируется с такими отраслями, как сельское хозяйство, а также с высокой долей потребления энергии в индивидуальных хозяйствах в общем энергобалансе.

В то же время высокая плотность населения, по-видимому, коррелирует с наличием промышленно развитых центров, предприятия которых являются основными потребителями энергии. Именно промышленность, особенно тяжелая, обладает повышенными требованиями к стабильности энергопоставок.

Нужно заметить, что данное предположение может работать в среднем, но могут наблюдаться исключения, связанные с исторически-

РИСУНОК 2.
РАЙОНИРОВАНИЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
ПО ТРЕМ ВЕТРОВЫМ ЗОНАМ

- I ветровая зона с высоким ветроэнергетическим потенциалом, где среднегодовая скорость ветра составляет более 5 м/с;
- II ветровая зона со средним ветроэнергетическим потенциалом, где среднегодовая скорость ветра составляет от 3 до 5 м/с;
- III ветровая зона с низким ветроэнергетическим потенциалом, где среднегодовая скорость ветра составляет до 3 м/с включительно.



ми и географическими причинами. Например, Кежемский район Красноярского края имеет низкую плотность, связанную с большой незастроенной территорией. Однако, именно в этом МО построена Богучанская ГЭС, которая будет снабжать энергией планируемый алюминиевый завод. Иными словами, при районировании необходимо учитывать особенности некоторых МО. Другой пример – Североенисейский район обладает низкой средней плотностью населения, но значительными добывающими производствами.

На рисунках 3–6 показаны результаты распределения МО Красноярского края в координатах «плотность населения – энергоресурс». Под энергоресурсом здесь понимается природный потенциал использования того или иного источника генерации электричества.

Рассмотрим распределение МО Красноярского края относительно ветровых ресурсов. Выделяется группа плотно заселенных районов, которые являются известными промышленными центрами: Шарыповский, Назаровский, Канский, Минусинский и Ачинский. Очевидно, что

эти районы представляют собой естественную нишу для источников генерации, которые обеспечивают постоянный и большой поток электроэнергии (в «Зеленом квадрате» – ядерная и гидроэнергетика).

На Рисунок 4 показано распределение МО без учета этих промышленных районов. В этой группе выделяется собственная подгруппа районов с высокой плотностью населения и существенной долей промышленности: Рыбинский, Березовский, Уярский и Боготольский. Эти районы также являются естественной нишей для ядерной и гидроэнергетики. Однако, в Боготольском и Уярском районах энергосистема может дополняться ветроэнергетикой в объемах, обеспечивающих бесконфликтность с основными источниками генерации.

Среди районов с низкой плотностью населения можно выделить те, которые обладают значимыми ветровыми ресурсами (среднегодовая скорость ветра более 3 м/с): Таймырский, Ужурский, Туруханский, Новоселовский, Тухтетский, Сухобузимский. Эти районы являются естественной нишей для развития ветроэнергетики.

РИСУНОК 5.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ПЛОСКОСТИ «ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ – ВАЛОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ СИ»

Красным овалом отграничены промышленные районы с высокой плотностью населения.

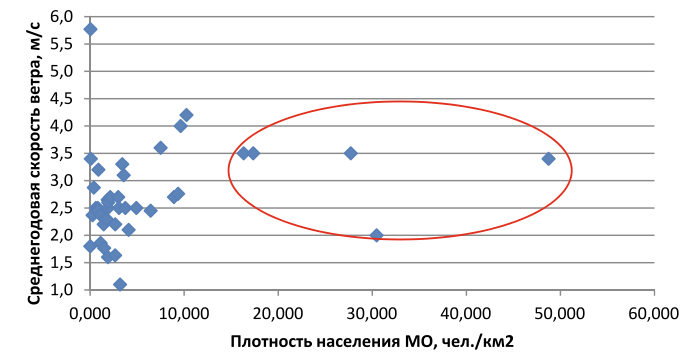


РИСУНОК 6.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ПЛОСКОСТИ «ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ – ВАЛОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ СИ»

В более крупном масштабе показан кластер МО с низкими плотностями населения. Красным овалом отграничены районы с относительно высокой плотностью населения. Зеленым овалом – районы с высоким потенциалом солнечной энергии (более 1000 кВт.ч/км.м за год).

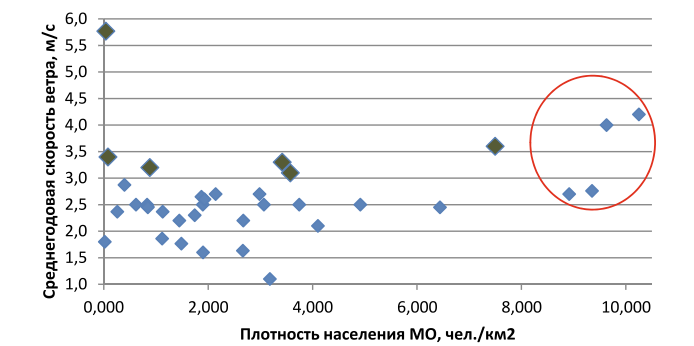


РИСУНОК 3.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ПЛОСКОСТИ «ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ – СРЕДНЕГОДОВАЯ СКОРОСТЬ ВЕТРА»

Красным овалом отграничены Шарыповский, Назаровский, Канский, Минусинский и Ачинский районы.

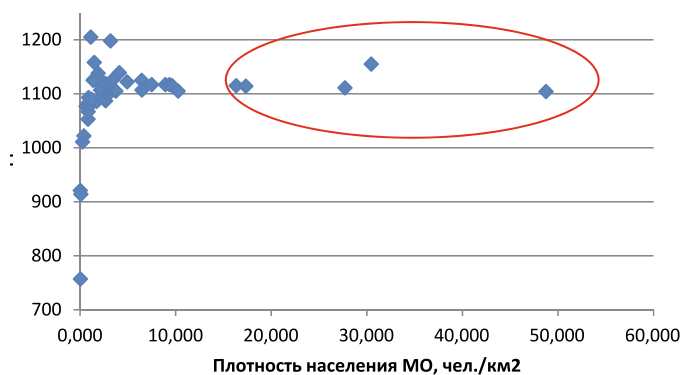
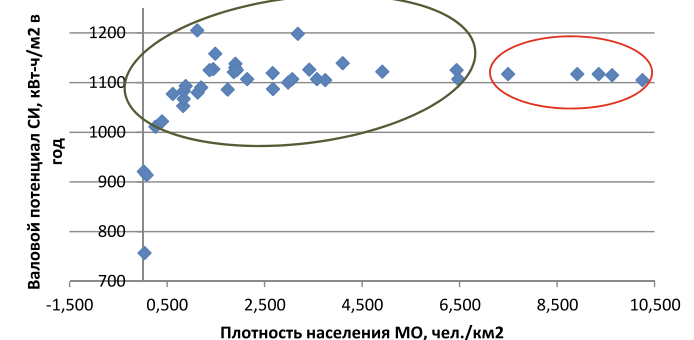


РИСУНОК 4.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ПЛОСКОСТИ «ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ – СРЕДНЕГОДОВАЯ СКОРОСТЬ ВЕТРА»

В более крупном масштабе показан кластер МО с низкими плотностями населения. Красным овалом отграничены районы с относительно высокой плотностью населения, большими зелеными ромбами показаны районы со значимыми ветровыми ресурсами.



Рассмотрим, далее, распределение МО в плоскости «плотность населения – валовой потенциал СИ». Как и на Рисунок 3, выделяются индустриальные районы с высокой плотностью населения. На Рисунок 6 показан кластер малонаселенных районов в более крупном масштабе. По-прежнему выделяется группа районов с относительно высокой плотностью населения, которые к тому же обладают значимыми солнечными ресурсами, т.е. в дополнение к основным источникам генерации могут быть развернуты генерирующие мощности солнечной энергетики.

Основная часть районов с низкой плотностью населения обладает достаточно высокими солнечными ресурсами и, таким образом, эти районы представляют собой естественную нишу для солнечной энергетики. Однако, Таймырский, Туруханский и Эвенкийский районы по понятным географическим причинам не обладают достаточным солнечным потенциалом.

В таблице 1 приведена характеристика МО относительно источников генерации «Зеленого квадрата».

Таким образом, в результате проведенной аналитической работы определены естественные социально-экономические ниши для МО Красноярского края. В анализе не рассматривались крупные промышленные центры края – г. Красноярск и г. Норильск. Наличие в них крупных предприятий добывающей и тяжелой промышленности делают их естественными нишами для ядерной и гидроэнергетики. Использование источников ВИЭ в них возможно на уровне, обеспечивающем отсутствие конфликтов в энергосетях.

ЛИТЕРАТУРА:

Рублева М. Е., Хоцинская К. И., Шарафутдинов Р. А., Гавриков В. Л., Нагорская В. В. Ядерная энергия в дискуссии об углеродном следе: чистая среди главных, стабильная среди чистых. //Проблемы региональной экологии. – 2018. – №1. С. 73–79. doi: 10.24411/1728-323X-2018-11073

Технико-экономическая оценка возможности использования возобновляемых источников энергии на территории Красноярского края в разрезе муниципальных образования края. Исследовательский отчет. Т II. 2013.

Технико-экономическая оценка возможности использования возобновляемых источников энергии на территории Красноярского края в разрезе муниципальных образования края. Исследовательский отчет. Т IV. 2013.

IEA World Energy Outlook 2014. France: International Energy Agency, 2014. 748 pp. (appex A)

Sinn H. W. Buffering volatility: A study on the limits of Germany's energy revolution //European Economic Review. – 2017. – Т. 99. – С. 130-150.

Sovacool B. K. Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey //Energy Policy. – 2008. – Т. 36. – №. 8. – С. 2950-2963.

Weisser D. A guide to life-cycle greenhouse gas (GHG) emissions from electric supply technologies //Energy. – 2007. – Т. 32. – №. 9. – С. 1543-1559.

ТАБЛИЦА 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ МО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ИСТОЧНИКОВ ГЕНЕРАЦИИ «ЗЕЛЕНОГО КВАДРАТА»

ОБОЗНАЧЕНИЯ:
 «да» – является естественной нишей для данного источника генерации,
 «+» – играет дополнительную роль к основному источнику в объемах, исключающих конфликт,
 «?» – не является естественной нишей, но возможно использование данных источников из соседних МО,
 «н.д.» – не является естественной нишей, «н.д.» – нет данных.

Муниципальное образование	Плотность населения, чел./км ²	Естественные ниши источников генерации «Зеленого квадрата»			
		Ядерная	Гидро	Солнце	Ветер
Ачинский	48,742	да	да	+	+
Минусинский	30,464	да	да	+	+
Канский	27,706	да	да	+	+
Назаровский	17,340	да	да	+	+
Шарыповский	16,330	да	да	+	+
Боготольский	10,251	да	да	+	+
Уярский	9,629	да	да	+	+
Березовский	9,353	да	да	+	–
Рыбинский	8,915	да	да	+	–
Ужурский	7,495	?	?	да	да
Емельяновский	6,472	?	?	да	н.д.
Иланский	6,439	?	?	да	–
Нижнеингашский	4,914	?	?	да	–
Краснотуранский	4,103	?	?	да	–
Дзержинский	3,744	?	?	да	–
Сухобузимский	3,573	?	?	да	да
Новоселовский	3,416	?	?	да	да
Шушенский	3,182	?	?	да	–
Козульский	3,066	?	?	да	–
Большеулуйский	2,984	?	?	да	–
Большемуртинский	2,672	?	?	да	–
Манский	2,665	?	?	да	–
Абанский	2,142	?	?	да	–
Партизанский	1,929	?	?	да	–
Курагинский	1,901	?	?	да	–
Идринский	1,898	?	?	да	–
Балахтинский	1,870	?	?	да	–
Казачинский	1,741	?	?	да	–
Каратузский	1,487	?	?	да	–
Ирбейский	1,447	?	?	да	–
Саянский	1,371	?	?	да	н.д.
Тасеевский	1,198	?	?	да	н.д.
Пировский	1,128	?	?	да	–
Ермаковский	1,117	?	?	да	–
Тюхтетский	0,881	?	?	да	да
Бирилюсский	0,843	?	?	да	–
Богучанский	0,840	?	?	да	–
Мотыгинский	0,830	?	?	да	–
Кежемский	0,616	?	да	да	–
Енисейский	0,395	?	?	да	–
Североенисейский	0,259	?	да	да	–
Туруханский	0,079	?	?	–	да
Таймырский мр	0,037	?	?	–	да
Эвенкийский мр	0,020	?	?	–	–



ВОЗМОЖНЫЕ НОВЫЕ РУДОНОСНЫЕ РАЙОНЫ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ (НА ПРИМЕРЕ УРАНА)

[Автор Голева Р.В.]



POSSIBLE NEW ORE-BEARING AREAS IN THE RUSSIAN ARCTIC (ON THE EXAMPLE OF URANIUM)

«...инновационное развитие – это сфера ответственности всех без исключения министерств и ведомств, региональных властей, бизнеса, научного и экспертного сообщества».
В.В. Путин

1. ЗНАЧЕНИЕ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА СТРАНЫ

Развитие и освоение ресурсной базы углеводородов в пределах Арктической зоны России предусмотрено «Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ)» [21], разработанной во исполнение «Основ государственной политики в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу» (утверждено Президентом РФ 18.09.2008 г. Пр. 1969) [27].

Одной из задач Государственной Программы РФ «Воспроизводство и использование природных ресурсов» (от 26.03.2013 № 436-р) в составе важной Подпрограммы является повышение геологической изученности территории Российской Арктики с целью выявления месторождений полезных ископаемых. Коллективом авторов, являющихся крупней-

шими специалистами по проблеме углеводородного потенциала Арктической территории нашей страны (О.М. Прищеп, Л.С. Маргулис, Ю.В. Подольский, А.П. Боровинский), в статье «Углеводородный потенциал Арктической зоны России: состояние и тенденции развития» [29] на основе детального анализа данной проблемы сформулирован основополагающий вывод о том, что территории арктической суши обладают огромным нефтегазовым потенциалом на долгосрочный период вплоть до 2020-2030 гг.

Значение Российской Арктики для обеспечения национальной безопасности, международного сотрудничества и расширения минерально-сырьевой базы страны трудно переоценить.

ФГБУ «ВНИИОкеангеология» Арктики, Антарктики и Мирового океана им. И.С. Грамберга (Санкт-Петербург) совместно со «Всероссийским научно-исследовательским институтом минерального сырья имени Н.М. Федоровского» – головной институт РФ по ТПИ (г. Москва) в период с 2012 по 2014 гг. в рамках Госконтракта ГК №28/07/151-

22 осуществили комплексную оценку состояния и перспектив освоения и развития минерально-сырьевого потенциала твердых полезных ископаемых (ТПИ) Арктической зоны и прилегающих районов российского Севера. Целью работ было ресурсное и геолого-экономическое обоснование возможности расширения минерально-сырьевой базы РФ за счет включения новых разнотипных объектов ТПИ арктической континентальной окраины в промышленное освоение в ближне-среднесрочной перспективе. Тематические работы выполнялись по заказу Департамента «Моргео» Реснедра МПР и Экологии РФ, научный руководитель д.г.м.н. А.Н. Смирнов (ФГБУ «ВНИИОкеангеология», г. Санкт-Петербург).

В подготовленном отчете по Госконтракту продемонстрированы значительные возможности развития минерально-сырьевого потенциала северных территорий страны от Кольского п-ова до Чукотки, в том числе для обнаружения нетрадиционных новых месторождений твердых полезных ископаемых. Выполненное исследование имеет важное государственное значение в связи с усилиями РФ по уточнению статуса территорий нашего континентального шельфа и в связи со значительными успехами освоения на его территории углеводородного сырья. В соответствии со зна-

чимыми результатами исследований по данному Госконтракту (см. статью в «Ежегоднике, 2018»), а также с недостаточной геологической изученностью Арктики РФ автором статьи подготовлены материалы по обоснованию возможностей выявления новых потенциально ураноносных районов в ассоциации с нефтегазоносными бассейнами Российской Арктики на основании генетических и парагенетических связей углеводородов и урана и пространственных взаимоотношений известных нефтегазовых бассейнов мира и крупных урановорудных районов.

Кроме того, в статье обращено внимание на многие виды неорганического сырья, ассоциируемые с нефтегазоносными районами, на возможный рудоносный потенциал которых следует обратить самое серьезное внимание в целях расширения МСБ Российской Арктики.

2. О ГЕНЕТИЧЕСКИХ И ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

При изучении микроэлементного состава нефтей и битумов [1, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 25, 36] в составе нефтяных залежей, нефтегазоносных породах и различного состава битумов (нафтиды и нефтоиды) обнаружен весьма обильный спектр неорганических элементов: U, V, Ni, Ti, Cr, Co, Cu, Mo, Zn, Pb, Cd, Hg, Sb, As, ΣTR, Au, Ag и др., а также галогенов: Br, I, Cl, F и серы [1, 7, 12, 13, 14, 16, 19, 21, 22, 36]. В связи с этим назрела проблема определения возможностей попутного извлечения ряда компонентов из углеводородного сырья в целях его комплексного использования. Стремительно в последние годы развиваются новые научные направления о парагенетических связях нефти и рудообразования в земной коре – НАФТОМЕТАЛЛОГЕНИЯ [5, 6, 7, 13, 14, 16, 21, 22, 23], а также концепция о совместных путях миграции углеводородных и неорганических элементов –

ФЛЮИДОГЕОДИНАМИКА [3, 4, 9, 10, 15, 16, 17, 19, 20, 24, 28, 33, 34, 36].

Максимальные известные в нефтях мира содержания неорганических элементов (г/т): Ni – 350, Cr – 0,64, Co – 13,5, Cu – 5,3, Mn – 2,5, Hg – 23, Br – 1,32, Sb – 0,3, Zn – 100, Se – 1,4, Fe – 1,1, As – 100, Pb – 0,3, Ga – 0,3 [8, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 32, 36].

Для микроэлементного состава хлоридно-натриевых рассолов нефтяных месторождений характерны содержания следующих элементов (мкг/т): Ba – 100, Cu – 100, Mn – 100, Ni – 60, Pb – 46,7, Zn – 33,3, Cr – 26,7, As – 26,7, Be – 13,3, V – 13,3, Co – 6,7.

При этом в легкой нефти неуглеродные элементы составляют 5-10%, а в тяжелых нефтях больше 50% [15, 16, 17, 19, 20, 28].

Известны многочисленные данные о генетических и парагенетических связях углеводородных веществ с урановой минерализацией. Так, в ураново-битумных залежах Бадельского рудника в пределах Ижма-Печорской впадины, где широко распространены разнообразные углеводородные образования – кериты, тиокериты, асфальтиты, асфальт, нефть [25], выделения настурана рассеяны в виде мельчайшей вкрапленности в кальцитовых жилах. Содержание урана в битумах достигает 48 000 ppm.

В пределах Жигулевского свода (Среднее Поволжье) удалось собрать данные об ураноносности осадочного чехла по глубинным скважинам треста «Куйбышевнефтегазразведка» (таблица 1) и детально изучалась геология и минералогия уранобитумного месторождения Репьевское [8, 13, 14].

Д.г.м.н. профессор В.Н. Флоровская установила ведущую роль гидротермального процесса в формировании геохимических ореолов углеводородных веществ вокруг рудных месторождений и впервые четко сформулировала положение о том, что скопления нефтей и газа необходимо относить не к осадочному, а к гидротермальному типу месторождений [34,35].

АННОТАЦИЯ: На основе анализа известных парагенетических и пространственных связей крупных урановорудных районов США с нефтегазоносными провинциями и систематизации прогнозно-поисковых критериев выявления урановых объектов в подобных регионах предлагается возобновить геологоразведочные работы на уран в пределах нефтегазоносных районов Российской Арктики. В качестве первоочередных объектов следует обратить внимание на Обь-Тазовскую губу и район Момо-Зырянского бассейна с Кольским и Омолонским массивами в его окружении.

Широкий спектр и уровень содержаний в составе нефтяных залежей и нефтегазоносных пород широкого спектра неорганических элементов определяет необходимость разработки технологических вариантов их попутного извлечения в целях укрепления МСБ Российской Арктики.

ABSTRACT: In the article the analysis of the classic of examples of paragenetic and spatial relationships of USA large uranic regions with oil-bearing provinces that allows to assess the uranium-bearing of oil and gas regions of Russian Arctic. The author made conclusions on the need to remove limitations on the depth of the drilling in licensing agreements, revise the methodological support of forecasting and prospecting for oil, coordinate the development of oil and gas and uranium industries – the leading sectors in the fuel and energy complex of Russia.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефтегазоносные провинции; урановорудные районы; попутные неорганические элементы; Российская Арктика; перспективные районы; прогнозно-поисковые признаки урана.

KEYWORDS: oil-bearing provinces; uranic regions; uranium-bearing; Russian Arctic; forecasting and exploration.

ОБ АВТОРЕ:

ГОЛЕВА РИТА ВЛАДИМИРОВНА, главный научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского», д-р геол.-минерал. наук, профессор, академик Российской экологической академии, член Всемирной академии наук комплексной безопасности, e-mail: goleva@vims-geo.ru

AUTHOR REVIEW:

RITA V. GOLEVA, D.Sc. (in Geol.-Mineral.), Prof., Chief Researcher, FGBU "All-Russian Scientific-Research Institute of Mineral Resources named after N.M. Fedorovsky", Full Member of the Russian Ecological Academy and the World Academy of Complex Safety Sciences, laureate of the Global Eco Brand Award, e-mail: goleva@vims-geo.ru

Нефтяные битумы и углеводороды как спутники гидротермальной деятельности рассматривает Н.С. Бескровный [6, 7].

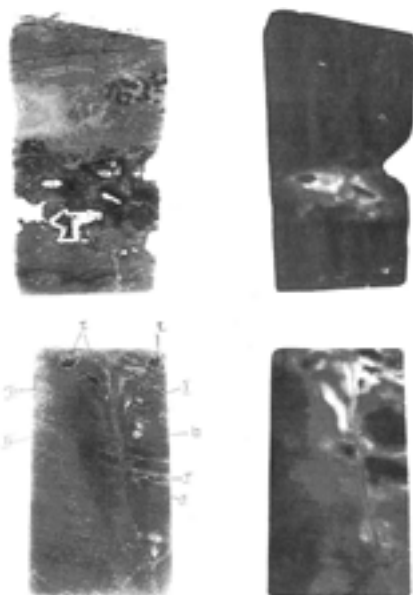
По данным С.П. Якуцени [36], разведанные запасы тяжелых нефтей на 2004 г. с плотностью более 0,904 г/см составляли 13,8% от общей величины запасов углеводородов, содержащихся в трех провинциях России: Западной Сибири (48,4%), Волго-Уральской (29,2%) и Тимано-Печорской (18,2%). Ураганное содержание в нефтях характеризуются для V, Ni, U, так содержания V до 1,2-1,4 кг/т и даже до 3,6 кг/т; Ni – 0,64 кг/т. Наиболее полный перечень попутных элементов в углеводородных образованиях: U, V, Ni, Cu, Co, Zn, Mo, Cr, As, Pb, Se, Cd, Hg, Sb, Re, Ag, Bi, Sc, Sn, Au, TR, реже Ge, Au, Sr, Cs, Zr, I, Ir,

Rb, In, Ti, Nb, Be, Ta. Получены сведения о концентрациях урана и тория при изучении микроэлементного состава нефтей и битумов с помощью нейтронно-активационного анализа и масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой в ряде нефтегазоносных районов России [15, 16, 17]. В Восточной Сибири проанализированы битумы в породах Верхне-Чонской, Даниловской, Кольцевой, Аянской, Усть-Инкской, Куландинской и др. площадях. Содержание Th изменяются от 8600 до 0,2 ppm, а U от 500 до 0,1 ppm. В пределах Днепровско-Донецкой провинции в фундаменте Каштановской площади обнаружен антраколит с содержанием Th – 5600 ppm и U – 2200 ppm.

Предположительно, что в нижних горизонтах осадочного

РИСУНОК 1. А – БИТУМИНИЗИРОВАННЫЙ И ДОЛОМИТИЗИРОВАННЫЙ ИЗВЕСТНЯК (СЗД) В АССОЦИИ С УРАН-ВАНАДИЕВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ И ГНЕЗДАМИ КАЛЬЦИТА (РЕПЬЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ЖИГУЛЕВСКИЙ СВОД).

Керн в натуральную величину: слева (белое – кальцит), а справа – радиография, экспозиция 6 суток (белое – урановая минерализация). Б – то же, четко видно, что распределение урановой минерализации контролируется трещиноватостью [8, 13, 14].

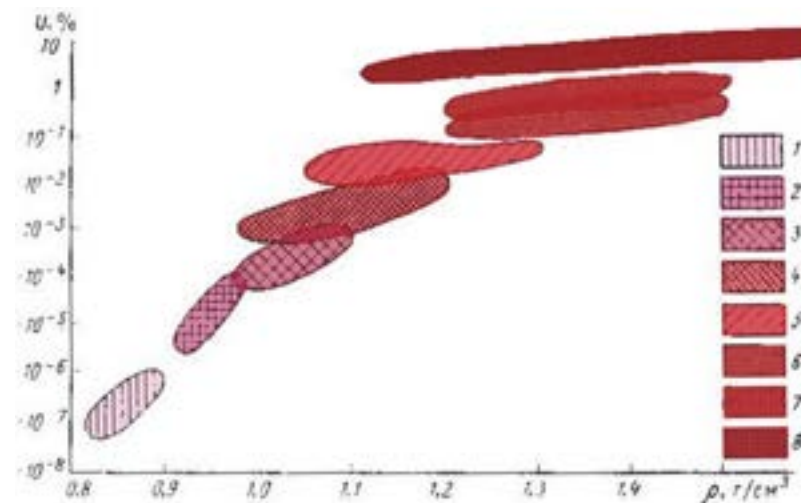


чехла и породах фундамента нефтегазоносных провинций встречаются углеродистые вещества с содержаниями Th и U, достигающие десятых и сотых процентов соответственно [15, 16, 17].

Пути фильтрации углеводородных флюидов хорошо фиксируются с помощью f-радиографии – осколковая радиография (авт. св. Комитета по изобретениям СССР № 173325 от 6/II.1982 [Голева Р.В., Смирнова А.Н.]). Предполагается, что перенос урана с битуминозной составляющей осуществляется в виде элементоорганических комплексов [9]. С использованием метода радиографии были выполнены определения U в жидких углеводородах и указывается, что наиболее высокие значения (0,03 ppm) свойственны как тяжелым, так и легким нефтям и конденсатам [15, 16, 17]. Вокруг уран-битумного уранового месторождения Репьевское в Среднем Поволжье (Жигулевский свод) методом

РИСУНОК 2. СОДЕРЖАНИЕ УРАНА В БИТУМАХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

1) нефть и из пластов нефтяных месторождений (глубина 600-1800 м); 2) нефть из нефтяных источников; 3) битумы жидкие, тягучие; 4) битумы воскоподобные; 5) битумы твердые коричнево-бурые; 6) кериты коричнево-черные полублестящие; 7) кериты, черные блестящие; 8) антраколиты [18].



f-радиографии откартирован околорудный ореол урана [13].

На Рисунок 2 приведены сравнения уровней содержания урана в битумах различного типа. Представляющие практический интерес ураносодержащие битумы: воскоподобные – 1·10⁻³ содержания U% и далее 1·10⁻² – твердые коричнево-бурые; 1·10⁻¹ – коричнево-черные, полублестящие и черные блестящие и, наконец, антраколит – от 1 до 10% U [18].

3. О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ И КРУПНЫХ УРАНОВОРУДНЫХ РАЙОНОВ США

Месторождения U, связанные с нефтегазоносными структурами в США, являются главными промышленными типами в этой стране.

Несколько примеров по трем ураноносным и нефтегазоносным провинциям США: плато Колорадо; штат Вайоминг; Мидконтинент [2].

3.1. МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАНА ПЛАТО КОЛОРАДО

В пределах плато Колорадо основные месторождения провинции располагаются в южной части нефтегазоносных бассейнов Скалистых гор. Урановое

оруденение распространено по всему стратиграфическому разрезу, но основные продуктивные горизонты – красноцветные песчаники триаса и юры. На плато Колорадо открыт, кроме нефти и газа, целый комплекс различных месторождений: уран, гелий, ванадий, медь, серебро, марганец, флюорит, уголь, соль, гипс и сера. Впадины нефтегазоносны.

Куполовидные поднятия связаны с внедрением магмы и образованием лакколитов и штоков. В краевых частях на склонах поднятий Зуни и Сан Парадиз размещены крупные урано-битумные месторождения Амброзия-Лейк и др. Наблюдается отчетливая связь с нефтегазоносными структурами (Рисунок 3).

3.2. МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАНА РАЙОНА ВАЙОМИНГ

Вторая после плато Колорадо – крупнейшая провинция урана в северной части нефтегазоносных Скалистых гор. Это чередование антиклиналей и горстов с выходами докембрийских пород и межгорных впадин с отложениями палеозоя, триаса, юры и нижнего мела. Кроме урана в уплотненных битумах на склонах поднятий имеются месторождения угля, гелия, нефти и газа.

3.3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАНА РАЙОНА МИДКОНТИНЕНТ

Область Мидконтинент – одна из основных нефтегазоносных провинций США с небольшими промышленными месторождениями урана. Ураноносный район Панхендл, при-

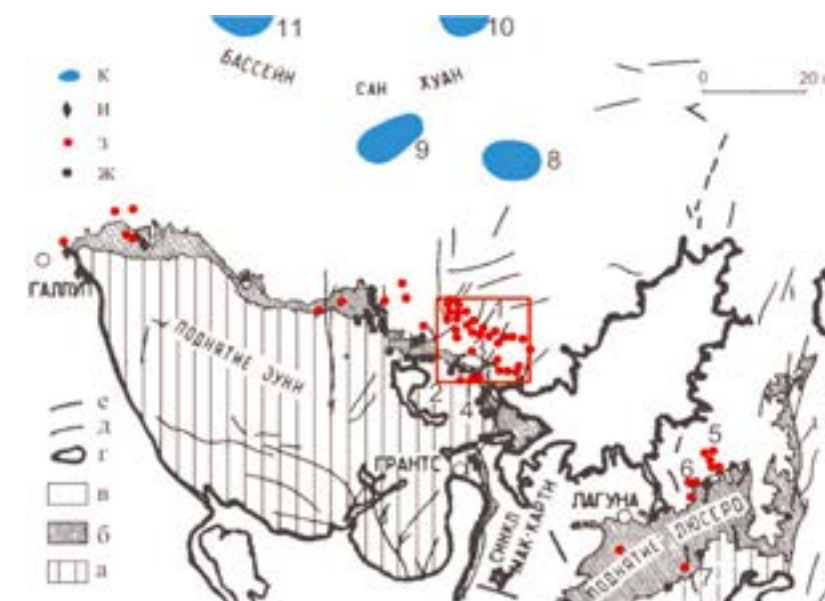
ТАБЛИЦА 1. РАДИОАКТИВНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА САМАРО-СЫЗРАНСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

(по данным бурения глубоких структурных скважин треста «Куйбышевнефтегеофизика» (с 1955 по 1983 гг.) [8]).

Отложения	Количество р/а аномалий	Радиоактивность мкР/час (содержание урана,%)
Кристаллический фундамент (содержание урана 0,005-0,015%)		5-170
Бавлинская свита (содержание урана 0,018%)	9	До 118
Отложения девона (живетский ярус)	Сотни аномалий	От 50 до 467
Отложения карбона Средний карбон Верхний карбон (гжельский ярус)	400 37 100	Вплоть до промышленных концентраций урана (Репьевское месторождение)
Пермские отложения	93	От 52 до 243 (содержание урана 0,019%)
Отложения мезозоя	30	От 50 до 84 (среднее содержание урана 0,09%)
Палеогеновые отложения	17	140 (среднее содержание урана 0,01%)

РИСУНОК 3. РАЗМЕЩЕНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПОЛЕЙ В БАССЕЙНЕ САН ХУАН И УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЕГО НИЖНЕЙ ЧАСТИ [2].

Условные обозначения: а, б, в – породы юрского, доюрского и послепалеозойского возраста; г – лавы; д – сбросы; е – дайки диабазов. Месторождения урана (ж, з, и) в разных геологических формациях, нефтегазовые поля (к) (8, 9, 10, 11). Квадратом обведен крупный урановорудный район Амброзия-Лейк.



уроченный к пермским отложениям, находится в пределах герцинского орогенного пояса Вичита, образовавшегося на докембрийской платформе. Многие впадины и поднятия района являются нефтегазоносными. Уран-битумное месторождение Панхендл обладает большими запасами урана (Рисунок 4).

В связи с нефтегазоносными залежами в США ассоциируются не только залежи урана, но и ванадия, свинца, цинка и меди. Интересен факт, что к краевым частям нефтегазоносных провинций и бассейнов, где залежи нефти подвергаются процессам разрушения и окисления, тяготеют также месторождения гелия. Высокое содержание гелия в природных газах является одним из поисковых признаков на выявление ураноносных районов. Поисковыми признаками на уран и металлические полезные ископаемые являются литолого-структурные особенности и окolorудные изменения вмещающих пород.

В ассоциации с урановыми месторождениями в нефтегазоносных провинциях США урановая минерализация представлена коффинитом, реже настураном и минералами зоны окисления (метатюмунит, тюямунит, отенит, метаотенит), присутствуют минералы ванадия (монтрозеит, хеггит), молибдена (иордизит, ильземанит) и селена (ферраселлит, самородный селен).

В США выделены три типа урановых месторождений в ассоциации с нефтегазоносными бассейнами:

1 тип – Уран-битумные (подтип Амброзия-Лейк). Встречается в основном на плато Колорадо и в Мидконтиненте. Крупные урано-битумные месторождения располагаются среди мелких и средних по масштабам.

2 тип – Вайомингский. Месторождения урана локализованы над нефтегазовыми залежами. Уран находится в виде самостоятельных урановых минералов (уранинит, коффинит), ураноносные битумы встречаются в небольших количествах или вовсе отсутствуют. Масштабы урановых месторождений различны, чаще средние и

мелкие, но концентрация урановых руд (содержание урана 0,15-0,25%) на одной площади нередко таковы, что они эксплуатируются.

3 тип – Колорадский. Занимает промежуточное положение между двумя предыдущими. Это эпигенетические пластообразные залежи в песчаниках бассейна Парадокс и др.

Урановые месторождения различного типа, ассоциирующиеся с нефтегазоносными структурами США, создают урановорудные провинции, такие как зона Скалистых гор, включающая плато Колорадо и штат Вайоминг, где практически сосредоточены все месторождения и запасы урана США.

4. ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНО УРАНОНОСНЫХ РАЙОНОВ В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНЫМИ ПРОВИНЦИЯМИ РОССИЙСКОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

На основе анализа закономерностей размещения урановорудных объектов в ассоциации с нефтегазоносными структурами, прежде всего учитывая материалы по ураноносности североамериканских площадей, можно сформулировать и рекомендовать следующие прогнозно-поисковые предпосылки и признаки для арктических территорий России:

■ в ассоциации с нефтегазоносными районами встречаются различного типа месторождения урана: уран битумный, собственно урановый – жильный и эпигенетический пластовый;

■ крупные и уникальные месторождения урана всегда связаны с целым рядом средних и мелких углеводородных объектов, многие из которых по концентрации вещества и содержания урана эксплуатируются как рентабельные;

■ повышенная ураноносность вмещающих пород и подземных вод является благоприятным фактором для поисков урановых месторождений;

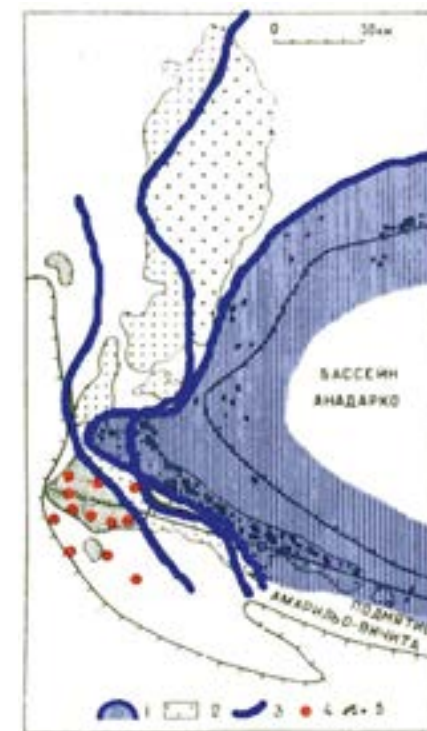
■ этапы тектонической активизации с развитой сетью разрывных нарушений, особенно на поднятиях и участках в краевых частях артезианских нефтегазоносных бассейнов. При этом для эпигенетических месторождений урана важны литологический состав рудовмещающих пород и их фациальная принадлежность. Многие урановые месторождения локализованы в красноцветных континентальных толщах;

■ в урановых месторождениях, пространственно связанных с нефтегазоносными объектами, в рудовмещающих отложениях встречаются прослои вулканических пеплов, которые имеют повышенные против кларковых концентрации урана;

■ месторождения урана связаны с активными восстановителями, каковыми являются продукты изменения нефти и

РИСУНОК 4. ОРЕОЛЫ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ПОЗИЦИЯ СЕРИИ СКВАЖИН С УРАНОНОСНЫМИ БИТУМАМИ В СВЯЗИ С МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ НЕФТИ И ГАЗА В РАЙОНЕ ПАНХЕНДЛ [2].

Условные обозначения: 1 – бассейн Анадарко, зона нефтяных месторождений; 2 – зона газовых месторождений с различными содержаниями гелия (0,1-0,5% - 0,5-1,0%) и ураноносными битумами; 3 – границы газовых зон; 4 – скважины с ураноносными битумами; 5 – нефтяные месторождения.



газа и тяготеют к периферическим частям бассейнов с разрушенными нефтегазовыми залежами. Так, в ураноносных асфальтитах содержания урана в несколько сотен тысяч раз больше, чем в нефтях, и достигают нескольких процентов;

■ следует обратить внимание на солеродные купола и соляные антиклинали, так как урановые месторождения были обнаружены на их склонах. Важным поисковым признаком урановых месторождений являются эпигенетические изменения вмещающих пород: локальное осветление красноцветных толщ, перераспределение ряда элементов и состава минерализации, интенсивная пиритизация, выщелачивание карбонатных пород с образованием пористости, вторичная кальцитизация и доломитизация, развитие парагенезиса аргиллизитов (каолинит, иллит), окремнение, которое в два и более раз превышает размеры контура оруденения;

■ вокруг урановорудных тел развиваются радиометрические ореолы (селен, молибден), которые являются надежными поисковыми признаками.

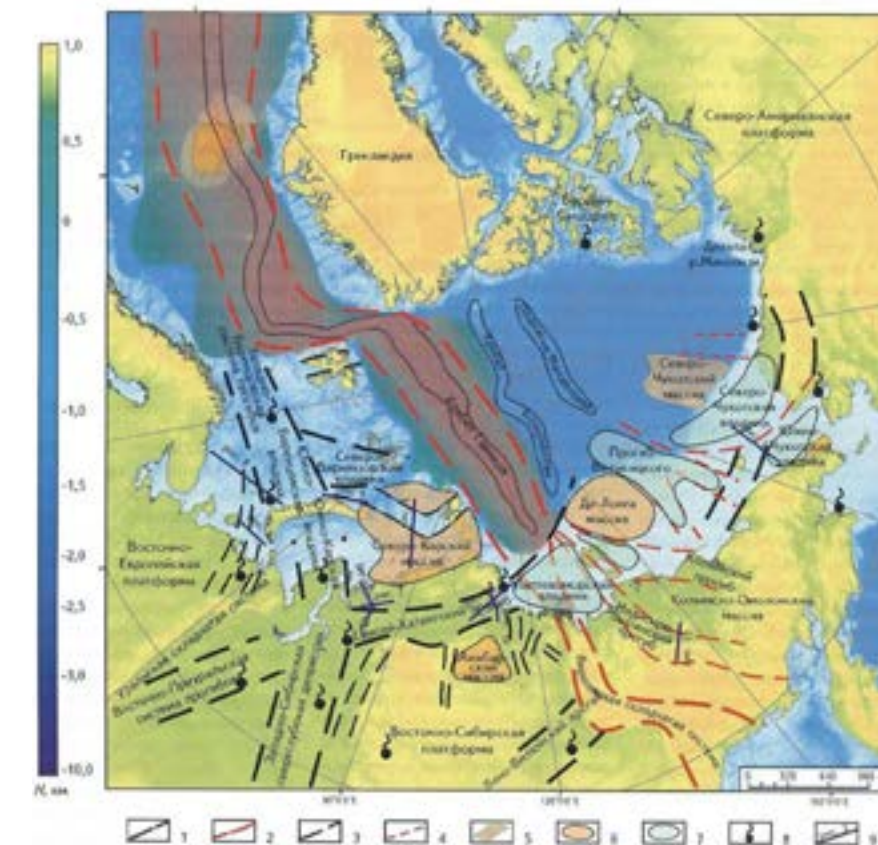
Обь-Тазовская губа и Момо-Зырянский район с Колымским и Омолонским массивами (Сев. Якутия) – возможные первоочередные объекты для организации прогнозно-поисковых работ на урановорудные месторождения в пределах северных арктических территорий России.

Российская Арктика в настоящее время является одним из немногих оставшихся в геологическом плане недоразведанных районов, где еще не только можно, но и нужно открыть крупные и уникальные месторождения нефти и газа, а также различных твердых полезных ископаемых, в том числе урана.

Совершенно справедливо А.В. Ступакова и др., 2013 [26] считают, что Арктика привлекает внимание «как новый регион значительного природо-ресурсов страны», как геополитический объект, освоение которого укрепит северные границы России, расширив ее пространство.

РИСУНОК 5. СХЕМА ПОЛОЖЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЛУБИНЫХ РАЗЛОМОВ, ФОРМИРУЮЩИХ ЗОНЫ РАЗВИТИЯ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ В АРКТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ РЕГИОНАХ

Региональные глубинные разломы: 1 – палеозой-мезозойские; 2 – мезо-кайнозойские; 3 – рифей-палеозойские авлакогены; 4 – мезо-кайнозойские грабены; 5 – арктическая зона рифтогенеза; 6 – платформенные массивы; 7 – мезо-кайнозойские наложенные впадины; 8 – доказанная нефтегазоносность бассейнов (цит. по А.В. Ступаковой и др. 2013 г.) [26].



В настоящее время открыты крупные нефтяные и газовые месторождения, в частности в Обской и Тазовской губах Приямальского шельфа и в Северной Якутии.

В Обь-Тазовской губе расположен напряженный тектонический узел (Рисунок 5), где сочленяются глубинные наложенные впадины, прогибы и депрессии, обусловленные рифтогенным режимом формирования земной коры. Это сочленение Восточно-Приуральской системы прогибов, Западно-Сибирской сверхглубокой депрессии, Енисей-Хатангского прогиба со стороны континента и Западно-Баренцевской системы прогибов, Южно-Баренцевской впадины в пределах континентального шельфа.

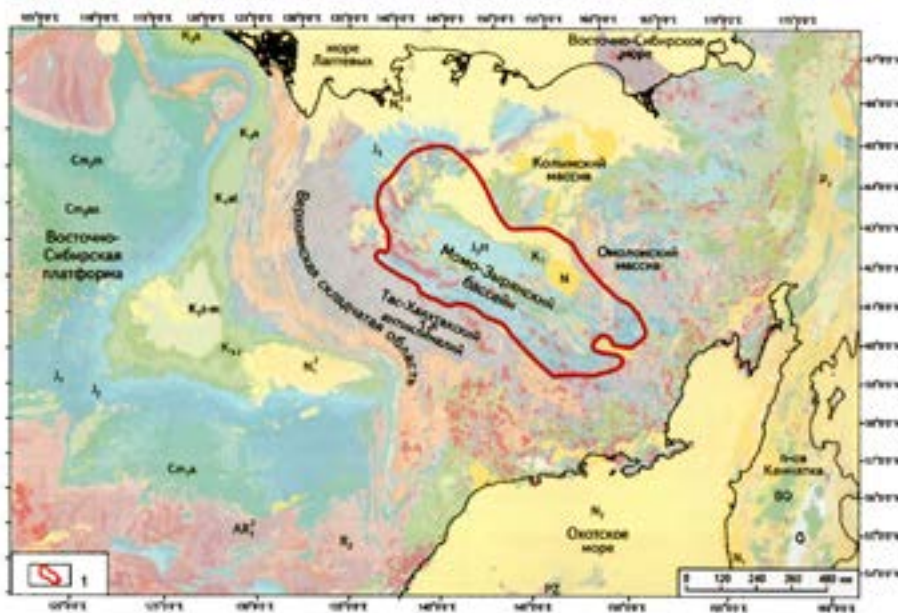
Региональные глубинные разломы палеозой-мезозойского и кайнозойского возраста, рифей-палеозойские авлакогены

и мезо-кайнозойские впадины с повышенными тепловыми потоками в их пределах обусловили миграцию УВ потоков из глубинных горизонтов (акустический фундамент), что и определило эту территорию как нефтегазоносную (Рисунок 6) [26, 30].

Важным региональным положительным фактором в регионе являются проявления солеродной тектоники девонского возраста, что служит доказательством формирования глубинного прогиба-авлакогена. Так, в Анабаро-Хатангской седловине солеродные отложения достигают мощности 0,5-1,0 км.

Необходимо также в аспекте создания ураноносных провинций в новых районах Арктики обратить серьезное внимание на Колымский и Омолонский массивы (Рисунок 7), где возможны эндогенные месторождения урана и парагенные с ними эндогенные месторожде-

РИСУНОК 6. МОМО-ЗЫРЯНСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ БАССЕЙН [1] И ОБРАМЛЯЮЩИЕ ЕГО ПОДНЯТИЯ – КОЛЫМСКИЙ И ОМОЛОНСКИЙ МАССИВЫ [26].



ния других металлов, так как эти массивы входят в состав территории долговременного рифтогенного режима и контактируют с Момо-Зырянским нефтегазовым бассейном.

Их геологическая позиция аналогична ситуации в Южной части бассейна Сан-Хуан (США), где по его периферии размещаются многочисленные урановорудные месторождения, в том числе уникальный урановорудный район Амброзия-Лейк.

Важно отметить, что в осадочные породы Момо-Зырянского бассейна в триасе – ранней юре активно проявлялся вулканизм и внедрялись многочисленные интрузии гранитоидов, что повышает перспективы этого района на обнаружение не только месторождений урана, но и ряда других металлов.

Подводная добыча нефти и газа на континентальном шельфе – уже деятельность сегодняшнего дня. В пределах российского арктического шельфа имеются относительно устойчивые поднятия, аналогичные Анабарскому массиву, где уже изучены редкоземельные и изучаются урановые месторождения: Северо-Карский массив, массив Де-Лонга, Северо-Чукотский массив. В стратегическом плане следовало бы

обратить внимание на геологическую историю их развития, выявить этапы тектоно-магматической активизации в их развитии и оценить особенности металлогении. В связи с изучением твердых полезных ископаемых дна Мирового океана железомарганцевые конкреции (ЖМК), кобальтоносные рудные корки (КМК) и глубинные сульфиды (ГПС) в настоящее время создаются технические средства донного опробования твердых полезных ископаемых, и планируется в рамках Контрактов РФ с МОМД ООН уже организация опытной добычи океанских ТПИ на значительных глубинах, в связи с чем обсуждаются проблемы создания морской горнодобывающей отрасли на правительственном уровне. Поэтому предложение обратить внимание на перечисленные подводные поднятия арктического шельфа позволит расширить программу геолого-разведочных работ, в том числе на эндогенное, урановое и др. виды оруденения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует оценить возможности современного весьма важного этапа активной перестройки профессионального сознания нефтяников, кото-

рые на Кудрявцевских чтениях (2012-2015), посвященных глубинному генезису нефти, рекомендовали изменить условия лицензионных соглашений в части снятия ограничений бурения по глубине, а также приступить к разработке Федеральной программы с пересмотром методического обеспечения прогнозно-поисковых работ на нефть. Следовало бы учитывать проблемы с минерально-сырьевой базой урана и координировать усилия нефтегазовой и урановой отраслей – ведущих в системе топливно-энергетического комплекса.

На первом этапе необходимо проанализировать данные радиометрического каротажа нефтяных скважин Обь-Тазовского и Момо-Зырянского района, чтобы выделить первичные ореолы урана ≥ 30 мкр/час и оценить возможности обнаружения уран-битумных месторождений в Российской Арктике. Эта предварительная работа не потребует значительного финансирования. Однако позволит начать систематическую оценку Российской Арктики как возможного нового урановорудного региона.

В связи с интенсивным развитием в наше время актуальных научных направлений: нафтометаллогения и флюидогеодинамика и обнаружением четких парагенетических связей нефтеобразования с урановой и другими видами рудообразования, а также недостаточным уровнем геологической изученности Российской Арктики и слабым использованием современных методологий научно-практического сопровождения прогнозно-поисковых работ, разработанных в урановой отрасли, уже сейчас очевидна необходимость организации систематических геологических и прогнозно-поисковых работ с целью создания мощного комплексного минерально-сырьевого потенциала Российской Арктики. Это следующий важный шаг, который следует сделать в освоении отечественных северных территорий.

ЛИТЕРАТУРА:

- Алиев А.А., Гулиев И.С., Бабаев Ф.У. Геохимические индикаторы нефтей // Геология нефти и газа, 2011, № 2. С. 98-102.
- Антипычева Е.И., Панов И.А. Условия образования и закономерности размещения урановых месторождений, связанных с нефтегазовыми структурами // Сборник материалов по геологии ряда ураноносных провинций США по данным американских исследователей, М., 1969. 301 с.
- Багдасарова М.В. Современные гидротермальные системы и их связь с формированием месторождений нефти и газа // В кн.: Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности. М., Наука, 2000. С. 100-114.
- Багдасарова М.В. Роль гидротермального процесса в формировании коллекторов нефти и газа // Геология нефти и газа. 2001. С. 50-56.
- Банникова Л.А. Органическое вещество в гидротермальном рудообразовании // М., Наука, 1990. 206 с.
- Бескровный Н.С. Нефтяные битумы и углеводородные газы как спутники гидротермальной деятельности // Тр. ВНИГРИ, вып. 258. 1967. 199 с.
- Бескровный Н.С. Нафтометаллогения: единство нефте- и рудообразования // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева, 1986, № 5. С. 69-74.
- Брылин О.П., Голева Р.В. Природная радиоактивность отложенных осадочного чехла Русской платформы (на примере Самаро-Сызранского Поволжья) // Сб. Геоэкологические исследования и охрана недр, М., 1994, № 3.
- Буслаева Е.Ю., Новгородова М.И. Элементоорганические соединения в проблеме миграции рудного вещества. М., Наука, 1989. 151 с.
- Генезис углеводородных флюидов и месторождений (отв. ред. А.Н.Дмитриевский и Б.М.Валяев) // ГЕОС, М., 2006. 314 с.
- Голева Р.В., Успенский В.А. Типы органического вещества и их роль в формировании стратиформных урановых руд // Литология и полезные ископаемые, № 2, 1983. С. 34-42.
- Голева Р.В. Минералого-геохимические исследования форм нахождения токсичных веществ в природных и техногенных аномалиях для оценки их экологической опасности // Методические рекомендации НСОММИ, М., ВИМС, 1997. 41 с.
- Голева Р.В. Неорганические экологически опасные загрязнения в нефтедобывающих районах и современные методы их изучения // Сб. Актуальные проблемы прогнозирования, поисков, разведки и добычи нефти и газа в России и странах СНГ. СПб., Недр, 2006. С. 536-549.
- Голева Р.В. Углеводородное сырье: недооцененная экологическая опасность и возможность извлечения нетрадиционных полезных компонентов // Разведка и охрана недр, № 7, 2013. С. 61-65.
- Готтих Р.П., Писоцкий Б.И., Бурмистренко Ю.Н. Роль восстановленного флюида в миграции металлов // Докл. АН СССР, 1988, т. 300, № 2. С. 682-684.
- Готтих Р.П., Писоцкий Б.И. Геохимические особенности и флюидодинамика нефтеобразующих систем // Кн. Дегазация земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. М., ГЕОС, 2002. С. 74-107.
- Готтих Р.П., Писоцкий Б.И. Битумогенез и некоторые аспекты эволюции флюидов // Кн. Генезис углеводородных флюидов и месторождений (ред. А.Н. Дмитриевский, Б.М. Валяев), ГЕОС, М., 2006. С. 23-37.
- Данчев В.И., Лапинская Т.А. Месторождения радиоактивного сырья. М., Недр, 1980. 253 с.
- Дегазация земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений (отв. ред. А.Н. Дмитриевский, Б.М. Валяев) // ГЕОС, 2002.
- Зубков В.С., Андреев В.В. Роль мантийных металлоорганических соединений в образовании рудонафтидных месторождений // Сб. Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть и газ. М., ГЕОС, 2002.
- Корытов Ф.Я. Рудогенез в нефтегазовых бассейнах // Руды и металлы, № 4, 1999. С. 60-64.
- Корытов Ф.Я. Рудогенез и нефтеобразование // В кн.: Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. М., ГЕОС, 2002. С. 352-359.
- Кудрявцев Н.А. Глубинные разломы и нефтяные месторождения // Труды ВНИГРИ, вып. 319, Л., Госоптехиздат, 1963. 220 с.
- К созданию общей теории нефтегазоносности недр // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Материалы Шестой международной конференции МГУ, Компания Шлюмберже, ГЕОС, 2002, в 2-х книгах.
- Мелков В.Г., Сергеева Л.М. Роль твердых углеродистых веществ в формировании эндогенного уранового оруденения // М., Недр, 1990. 166 с.
- Нефтегазоносные бассейны Российской Арктики (Ступакова А.В., Бордунов С.И., Сауткин Р.С., Сулова А.А., Перетолчин К.А., Сидоренко С.А.) // Геология нефти и газа, № 3, 2013. С. 30-47.
- Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом Российской Федерации 16.09.2008 г. Пр. 1969.
- Поспелов Г.Л. Элементы геологического подобия нефтяных и флюидогенных рудных месторождений // Геол. и геофизика, 1967, № 11. С. 3-22.
- Прищела О.М., Подольский Ю.В., Маргулис Л.С., Боровинских А.П. Углеводородный потенциал Арктической зоны России: состояние и тенденции развития // Минеральные ресурсы России: экономика и управление, № 1, 2014. С. 2-13.
- Смирнова М.Н. Глубинное строение северной части Западно-Сибирской плиты и Южной части Карского моря (в связи с газо-нефтеносностью) // В кн.: Дегазация земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. М., ГЕОС, 2002. С. 270-293.
- Стратегия развития Арктической зоны РФ (АЗРФ) и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. М., 2013. 246 с.
- Тараборин Д.Г., Гацков В.Г., Демина Т.Я. Радиология нефтегазоносных районов Западного Оренбуржья // Оренбург, 2003. 159 с.
- Тектоника и проблемы нефтегазоносности Северной Атлантики (ред. И.С. Грамберг и др.) // Недр, Л., 1981. 200 с.
- Флоровская В.Н., Пиковский Ю.И. К вопросу о значении гидротермальных явлений при формировании залежей нефти и газа // Геология рудных месторождений, 1971, № 5. С. 98-104.
- Флоровская В.Н. Углеродистые вещества в природных процессах // М., ГЕОС, 2003. С. 228.
- Якуцени С.П. Распространенность углеводородного сырья, обогащенного тяжелыми элементами-примесями. Оценка экологических рисков // Недр, СПб., 2005. 370 с.

ДИАГНОСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

DIAGNOSTICS OF CONTAMINATION OF TUNDRA SOILS BY HEAVY METALS



[Авторы: Р.В. Галиулин, В.Н. Башкин, Р.А. Галиулина, А.К. Арабский]

Известно, что загрязнение почв тяжелыми металлами, т.е. большой группой химических элементов (в количестве более 40) с атомной единицей массы более 50 может происходить, например, через газовые выбросы при сжигании нефти, нефтяного попутного газа, бензина, дизельного и котельного топлива. Тяжелые металлы, попавшие в воздушную среду с газовыми выбросами, путем седиментации и атмосферными осадками осаждаются на рельеф местности, накапливаются и загрязняют почву [1, 2]. Согласно [3], в составе, например, нефти присутствуют соединения таких тяжелых металлов как ванадия, никеля, цинка, меди, железа и других элементов, содержание которых обычно в пределах n (10^{-2} – 10^{-7})%. При этом концентрация тяжелых металлов возрастает с повышением удельного веса нефти, т.е. от 0,8 до 1,1 г/см³.

Исследования [4], проведенные на площадках буровых скважин, после завершения геологоразведочных работ, на территории Большеземельской тундры (Ненецкий автономный округ и Республика Коми) показали существование прямой тесной корреляционной связи между содержаниями в почве нефти и ряда тяжелых металлов (кадмия, свинца, цинка и никеля). Аналогичная корреляционная связь установлена между концентрациями нефти и кадмия также в поверхностных водах Сургутского района (Ханты-Мансийский автономный округ) [5].

Риск загрязнения почв тяжелыми металлами состоит в том, что эти вещества по конечным звеньям различных трофических цепей (почва-вода, почва-вода-животное, почва-растение, почва-растение-животное и др.), используемым в качестве пищевой продукции попадают в организм человека, что чревато тяжелыми последствиями для его здоровья. Так, по данным [4], накопление ряда тяжелых металлов (никеля, марганца, свинца, кадмия и кобальта) отмечается в биомассе такого важнейшего кормового растения тундровой зоны, как в северолюбка рыжеватой (*Arctophila fulva*), хорошо поедаемой оленями, гусьями и утками, идущими в пищу местного населения. Согласно исследованиям [6], проведенным в Ханты-Мансийском автономном округе, свинец, входящий в состав нефти, поступает по вышеуказанным трофическим цепям в организм человека, постепенно накапливается и

может вызывать серьезные проблемы со здоровьем. Не менее опасным является пребывание человека на территории, которая подвергается хроническому воздействию газовых выбросов, содержащих тяжелые металлы.

Цель данной работы состояла в диагностике хронического и аварийного загрязнения тундровых почв тяжелыми металлами углеводородного генезиса, происходящего через газовые выбросы – при сжигании нефти, нефтяного попутного газа, бензина, дизельного и котельного топлива. Основу этой диагностики составляет способ, защищенный патентом Российской Федерации № 2617533 на изобретение [7]. Эта работа была выполнена в рамках проекта «Инновационная комплексная технология оздоровления ландшафтов Крайнего Севера Сибири».

При этом важно было теоретически и практически обосновать значение рассматриваемого способа диагностики, путем приведения конкретных примеров загрязнения почв тяжелыми металлами углеводородного генезиса, происходящего через газовые выбросы, описания риска воздействия тяжелых металлов на человека и, наконец, представить сам способ диагностики и результаты его апробации на конкретной территории с источником газовых выбросов тяжелых металлов.

ПРИМЕРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ УГЛЕВОДОРОДНОГО ГЕНЕЗИСА

Согласно исследованиям [8], проведенным на полуострове Ямал (Ямало-Ненецкий автономный округ), постоянное сжигание нефтяного попутного газа при разработке месторождений углеводородов, а также региональный и глобальный перенос газовых выбросов вносят ощутимый вклад в загрязнение данной территории тяжелыми металлами. Так, в работе [9] было установлено относительно повышенное содержание свинца, хрома, кобальта, никеля и цинка в снежном покрове лицензионных участков ряда нефтегазоконденсатных месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа (Северо-Пуровского, Западно-Песцового, Самбургского, Яро-Яхинского, Бере-

гового и Пырейного). При этом источниками загрязнения снежного покрова свинцом и цинком являются факелы сжигания нефтяного попутного газа, регламентный отжиг буровых скважин, работа дизельных установок и автотранспорта, а загрязнение хромом, кобальтом и никелем происходит в результате дальнего их переноса в составе аэрозолей, т.е. частиц от нескольких мкм до менее 0,1 мкм. Исследования, проведенные на территории Русского нефтегазового месторождения (Ямало-Ненецкий автономный округ), позволили отнести целый ряд тяжелых металлов (железо, свинец, медь, цинк, никель, кадмий и ртуть) к числу значимых загрязнителей почвы [10]. Результаты исследований [6], проведенных в Ханты-Мансийском автономном округе, показали, что влияние буровых установок на загрязнение почвы тяжелыми металлами сказывается в радиусе 2 км и более, когда свинец, кадмий и другие элементы, содержащиеся в выхлопных газах дизельных приводов буровых установок, а также в саже, образующейся при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках, оседают на почву. Согласно наблюдениям [11], проведенным на территории Васюганской и Лугинецкой групп нефтегазовых месторождений (Томская область), содержание свинца, цинка, никеля, хрома и ванадия в почвах старых месторождений оказалось выше, соответственно, в 3,3; 5,7; 4,0; 4,4 и 2,5 раза, чем в почвах новых месторождений, что свидетельствует о длительном накоплении данных веществ, в результате сжигания нефтяного попутного газа. Исследования, проведенные на острове Белый (Карское море), показали превышение предельно допустимой концентрации свинца в некоторых его почвах до 3,4-4,1 раза, что может быть связано с работой дизельной станции на острове, подтверждаемой фактами скопления на территории острова бочек из под горючего и загрязнения его почв самим горючим [12, 13].

РИСК ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЧЕЛОВЕКА

Основным органом-мишенью для тяжелых

АННОТАЦИЯ: Оценивается возможность диагностики хронического и аварийного загрязнения тундровых почв тяжелыми металлами углеводородного генезиса, происходящего через газовые выбросы – при сжигании нефти, нефтяного попутного газа, бензина, дизельного и котельного топлива. Основу этой диагностики составляет способ, защищенный патентом Российской Федерации № 2617533 на изобретение.

ABSTRACT: The possibility of diagnostics of chronic and emergency contamination of tundra soils by heavy metals of the hydrocarbon genesis happening through gas emissions – at incineration of oil, oil simultaneous gas, petrol, diesel and boiler

fuel is estimated. The basis of this diagnostics the method protected by the patent of the Russian Federation No. 2617533 on invention is made.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тяжелые металлы углеводородного генезиса, газовые выбросы, почва, хроническое и аварийное загрязнение, диагностика, активность фермента дегидрогеназы.

KEYWORDS: heavy metals of hydrocarbon genesis, gas emissions, soil, chronic and emergency contamination, diagnostics, dehydrogenase enzyme activity.

ОБ АВТОРАХ:

РАУФ ВАЛИЕВИЧ ГАЛИУЛИН, ведущий научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН, доктор географических наук; galiulin-rauf@rambler.ru

ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ БАШКИН, главный научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, доктор биологических наук; vladimirschkin@yandex.ru

РОЗА АДХАМОВНА ГАЛИУЛИНА, научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН; rosa_g@rambler.ru

АНАТОЛИЙ КУЗЬМИЧ АРАБСКИЙ, заместитель главного инженера ООО «Газпром добыча Ямбург», доктор технических наук; a.arabskii@mail.ru

AUTHOR'S REVIEW:

GALIULIN RAUF, Leading Scientific Worker of Institute of Basic Biological Problems of Russian Academy of Sciences, Doctor of Science (Geography); galiulin-rauf@rambler.ru

BASHKIN VLADIMIR, Chief Scientific Worker of «Gazprom VNIIGAZ» LLC and Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science of Russian Academy of Sciences, Doctor of Science (Biology); vladimirschkin@yandex.ru

GALIULINA ROZA, Scientific Worker of Institute of Basic Biological Problems of Russian Academy of Sciences, rosa_g@rambler.ru

ARABSKY ANATOLY, Deputy of Chief Engineer of «Gazprom Dobycha Yamburg» LLC, Doctor of Science (Engineering); a.arabskii@mail.ru

металлов, находящихся в составе газовых выбросов, при пребывании человека в условиях хронически загрязняемой воздушной среды являются органы дыхания (носовая полость, гортань, трахея, бронхи и легкие). Так, хроническая интоксикация органов дыхания медью, кадмием, хромом (Cr+3), хромом (Cr+6) и никелем может привести к изъязвлению и перфорации (структурному нарушению) носовой перегородки, а цинком, ванадием, хромом, марганцем, железом, кобальтом и никелем будет способствовать возникновению пневмоклероза (фиброза легких), когда легочная ткань замещается соединительной (рубцовой) тканью, приводящей к нарушению дыхательной функции [1, 2].

Не меньшую опасность для человека представляют тяжелые металлы, приводящие к образованию злокачественных опухолей. Так, согласно [1, 2, 14], никель индуцирует рак носа и его придаточных пазух, гортани, легких, желудка и почек, железо – рак легких, хром – рак полости носа, легких и желудка, цинк – рак легких, кадмий – рак легких, предстательной железы, и лейкомию (злокачественное заболевание кровеносной системы), свинец увеличивает риск заболеваемости раком легких, желудка, почек, моче-

вого пузыря, а ртуть способствует возникновению рака предстательной железы и почек.

СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ЧЕРЕЗ ГАЗОВЫЕ ВЫБРОСЫ

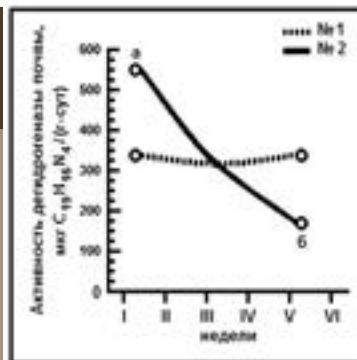
Соответствующая представленному ниже способу диагностики хронического и аварийного загрязнения почв тяжелыми металлами, происходящего через газовые выбросы, техническая задача решалась благодаря тому, что на первом этапе, на исследуемой территории, по карта-схеме крупного масштаба (М 1:200000 и крупнее) выделяют один типичный участок (№ 1) без источника газовых выбросов тяжелых металлов, а другой типичный участок (№ 2) с расположением источника газовых выбросов тяжелых металлов [7]. На втором этапе, с этих двух участков отбирают, соответственно, усредненные репрезентативные образцы почвы № 1 и № 2 и определяют в них активность дегидрогеназы – фермента, катализирующего реакции дегидрирования (отщепления водорода) органических веществ (углеводов, спиртов и кислот), поступающих с растительными остатками в почву.

Активность дегидрогеназы отдельных проб, взятых из образцов почвы № 1 и № 2, анализируют в 6-ти кратной повторности с помощью модифицированной колбы Эрленмейера (1) с коленчатым отростком (2), Рисунок 1. С этой целью 1 г почвы, 0,1 г тонко измельченного карбоната кальция (CaCO₃), по 1 мл 1%-х водных растворов глюкозы (C₆H₁₂O₆) и 2,3,5-трифенилтетразолийхлорида (C₁₉H₁₅N₄Cl) последовательно помещают в колбу и реакционную смесь (3) перемешивают круговыми движениями.

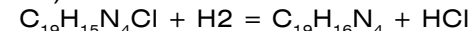
В коленчатый отросток (2) с помощью шприца вводят насыщенный раствор пирогаллола (C₆H₃(OH)₃) в щелочи, гидроксиде калия (KOH), для поглощения кислорода в устройстве с целью создания анаэробных условий. Далее колбу герметизируют пробками с использованием вакуумной смазки и ставят в термостат (4) на инкубирование при 30°C на одни сутки. Начинается биохимическая реакция, когда 2,3,5-трифенилтетразолийхлорид

РИСУНОК 1. ОБОРУДОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТА ДЕГИДРОГЕНАЗЫ ПОЧВЫ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:
1 – модифицированная колба Эрленмейера;
2 – коленчатый отросток с насыщенным щелочным раствором пирогаллола;
3 – реакционная смесь;
4 – термостат.



(бесцветное вещество), акцептируя мобилизованный дегидрогеназой водород, превращается в реакционной смеси в 2,3,5-трифенилформаза (C₁₉H₁₆N₄, вещество красного цвета):



После завершения инкубирования проб производят экстракцию образующегося в них 2,3,5-трифенилформазана из каждой колбы с помощью этилового спирта (C₂H₅OH) – 5 раз по 4 мл. Затем экстракты каждой пробы объединяют до объема в 25 мл и измеряют оптическую плотность на спектрофотометре (при длине волны λ = 490 нм) и рассчитывают количество 2,3,5-трифенилформазана по калибровочному графику, составленному, например, от 1 до 30 мкг/мл данного вещества, и выражают в единицах мкг C₁₉H₁₆N₄ / (г·сут), различающихся в образцах почвы № 1 и № 2, что в результате позволяет судить о хроническом или аварийном загрязнении почв тяжелыми металлами.

Так, факт хронического загрязнения почв тяжелыми металлами выявляется, когда активность дегидрогеназы статистически достоверно выше в образце № 2, чем в образце № 1, а факт аварийного загрязнения почвы тяжелыми металлами выявляется, когда активность дегидрогеназы, статистически достоверно ниже в пробе № 2, чем в образце № 1.

Феномен хронического загрязнения почв тяжелыми металлами объясняется адаптацией микроорганизмов, продуцирующих фермент дегидрогеназу к загрязнению, что происходит путем естественного отбора резистентных (устойчивых) к тяжелым металлам форм микроорганизмов, снижения токсичности тяжелых металлов путем их сорбции клеточными оболочками микроорганизмов и восстановления микроорганизмами ионов тяжелых металлов до элементарной металлической формы. Более того, свойство резистентности микроорганизмов к тяжелым металлам не утрачивается, т.е. данное свойство генетически передается от одной генерации микроорганизмов к другой генерации.

Феномен аварийного загрязнения почв тя-

желыми металлами объясняется «шоковым» эффектом залпового аварийного газового выброса тяжелых металлов на микроорганизмы почвы, попадающих в нее в результате седиментации и атмосферными осадками. «Шоковый» эффект выражается в прямом ингибировании каталитической активности дегидрогеназы и задержке продуцирования данного фермента микроорганизмами вследствие подавления их роста и размножения под действием смеси различных тяжелых металлов, что представляет собой средний арифметический результат ингибирующего действия веществ, составляющих данную смесь.

В целом, рассматриваемый способ диагностики акцентирует свое основное внимание на установлении факта хронического или аварийного загрязнения почв тяжелыми металлами в концентрациях, не вызывающих их химическую стерилизацию, т.е. не ведущих к уничтожению почвенной «живой фазы» (флоры и фауны) и позволяющих с течением времени в результате различных процессов самоочищения почвы (миграции, сорбции и трансформации тяжелых металлов) вернуться в изначальное функциональное состояние, т.е. к статусу до аварийного загрязнения.

АПРОБАЦИЯ СПОСОБА ДИАГНОСТИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ЧЕРЕЗ ГАЗОВЫЕ ВЫБРОСЫ

Ниже представлены результаты апробации способа диагностики хронического и аварийного загрязнения почв тяжелыми металлами на конкретной территории с объектом, являющимся источником газовых выбросов данных веществ. Так, нами было установлено, что на участке № 2 с локализацией источника газовых выбросов тяжелых металлов – меди (Cu), никеля (Ni) и свинца (Pb) – активность фермента дегидрогеназы в почве оказалась выше на 65% относительно почвы участка № 1 без источника газовых выбросов тяжелых металлов, что свидетельствует о факте хронического загрязнения ими почвы, таблица 1.

При этом хроническое загрязнение почвы участка № 2 с источником газовых выбросов тяжелых металлов выражалось в повышении

ТАБЛИЦА 1. ДИАГНОСТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТА ДЕГИДРОГЕНАЗЫ

№ участка	Содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг			Активность дегидрогеназы почвы, мкг C ₁₉ H ₁₆ N ₄ / (г·сут)	Активность дегидрогеназы почвы, %
	Cu	Ni	Pb		
Почва участка без источника газовых выбросов тяжелых металлов					
1	35	49	15	336	100
Почва участка с источником газовых выбросов тяжелых металлов					
2	82	87	68	554	165

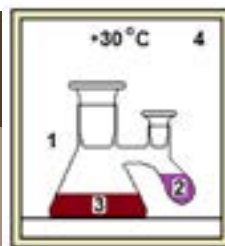
ТАБЛИЦА 2. ДИАГНОСТИКА АВАРИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТА ДЕГИДРОГЕНАЗЫ

№ участка	Содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг			Активность дегидрогеназы почвы, мкг C ₁₉ H ₁₆ N ₄ / (г·сут)	Активность дегидрогеназы почвы, %
	Cu	Ni	Pb		
Почва участка без источника газовых выбросов тяжелых металлов					
1	35	49	15	336	100
Почва участка с источником газовых выбросов тяжелых металлов					
2	582	587	568	169	50

РИСУНОК 2 «КРИВЫЕ ОТКЛИКА» АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТА ДЕГИДРОГЕНАЗЫ НА ХРОНИЧЕСКОЕ И АВАРИЙНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

№ 1 – участок без источника газовых выбросов тяжелых металлов; № 2 – участок с источником газовых выбросов тяжелых металлов; а – хроническое загрязнение почвы тяжелыми металлами; б – аварийное загрязнение почвы тяжелыми металлами.



содержания Cu, Ni и Pb, соответственно в 2,3; 1,8 и 4,5 раза по сравнению с почвой участка № 1 без источника газовых выбросов тяжелых металлов.

Дальнейшие наблюдения показали, что спустя 4 недели активность дегидрогеназы в почве участка № 2 с источником газовых выбросов тяжелых металлов оказалась ниже на 50% относительно почвы участка № 1 без источника газовых выбросов тяжелых металлов, как следствие аварийной ситуации в результате непредвиденного отключения фильтров газовой очистки на объекте, таблица 2.

При этом аварийное загрязнение почвы участка (№ 2) с источником газовых выбросов тяжелых металлов выразилось в повышении содержания Cu, Ni и Pb, соответственно в 16,6; 12,0 и 37,9 раз по сравнению с почвой участка (№ 1) без источника газовых выбросов тяжелых металлов.

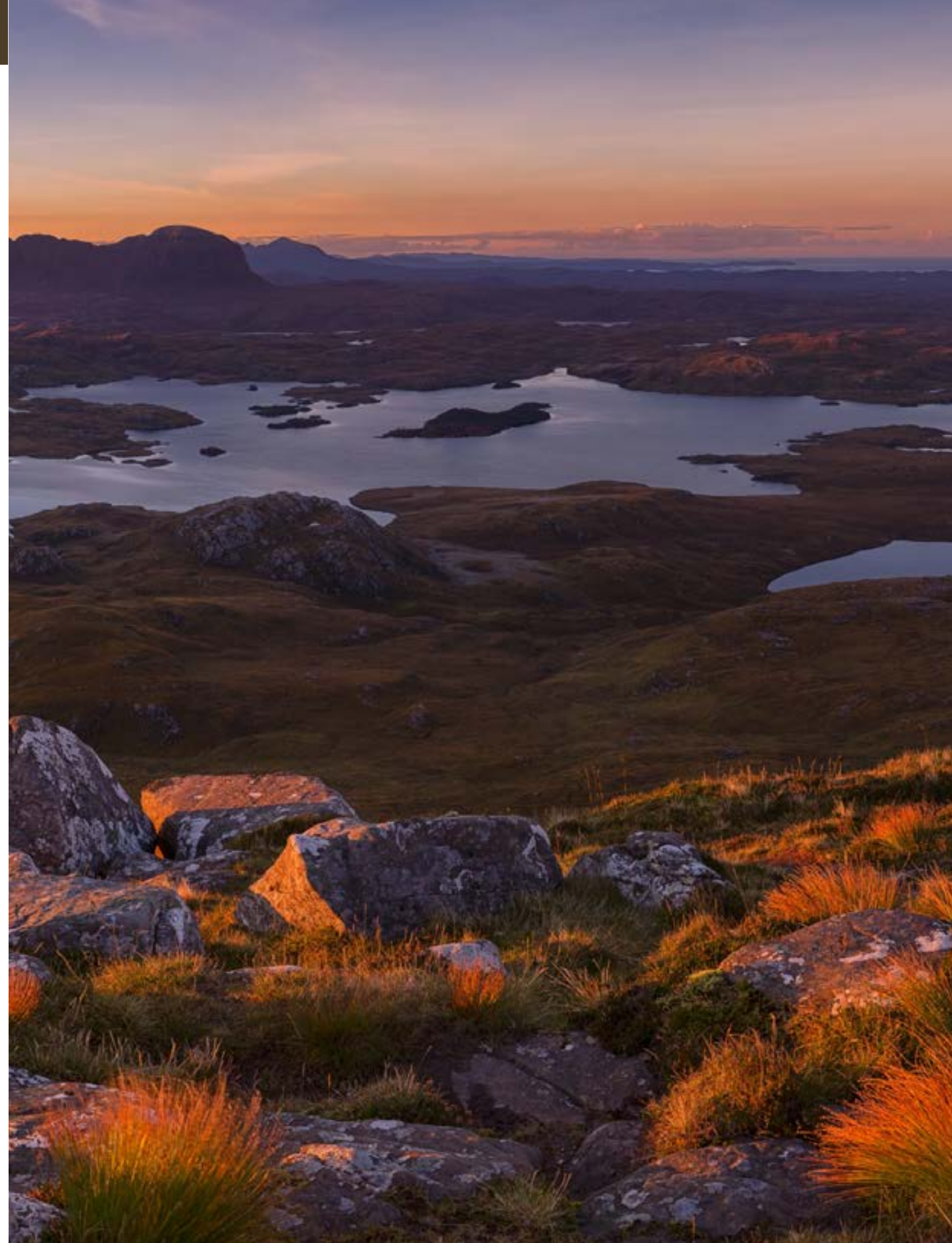
По результатам анализа активности фермента дегидрогеназы были построены «кривые отклика» как статистические усреднения флуктуаций активности фермента на хроническое (а) и аварийное (б) загрязнение почвы тяжелыми металлами в почве участка № 2 относительно почвы участка № 1, Рисунок 2. По этим «кривым отклика» можно формировать базу данных для надзорной организации с целью независимой оценки геоэкологически безопасного функционирования объектов с потенциальными источниками газовых выбросов тяжелых металлов углеводородного генезиса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты апробации способа диагностики хронического и аварийного загрязнения почв тяжелыми металлами посредством их газовых выбросов показывают возможность его эффективного использования для решения подобной задачи в условиях интенсивной разработки месторождений углеводородов на Крайнем Севере в ареалах распространения тундровых почв. Описанный способ диагностики позволяет повысить точность и качество экспертизы неблагоприятной геоэкологической ситуации на искомой территории с целью принятия необходимых профилактических и ремедиационных мер.

ЛИТЕРАТУРА:

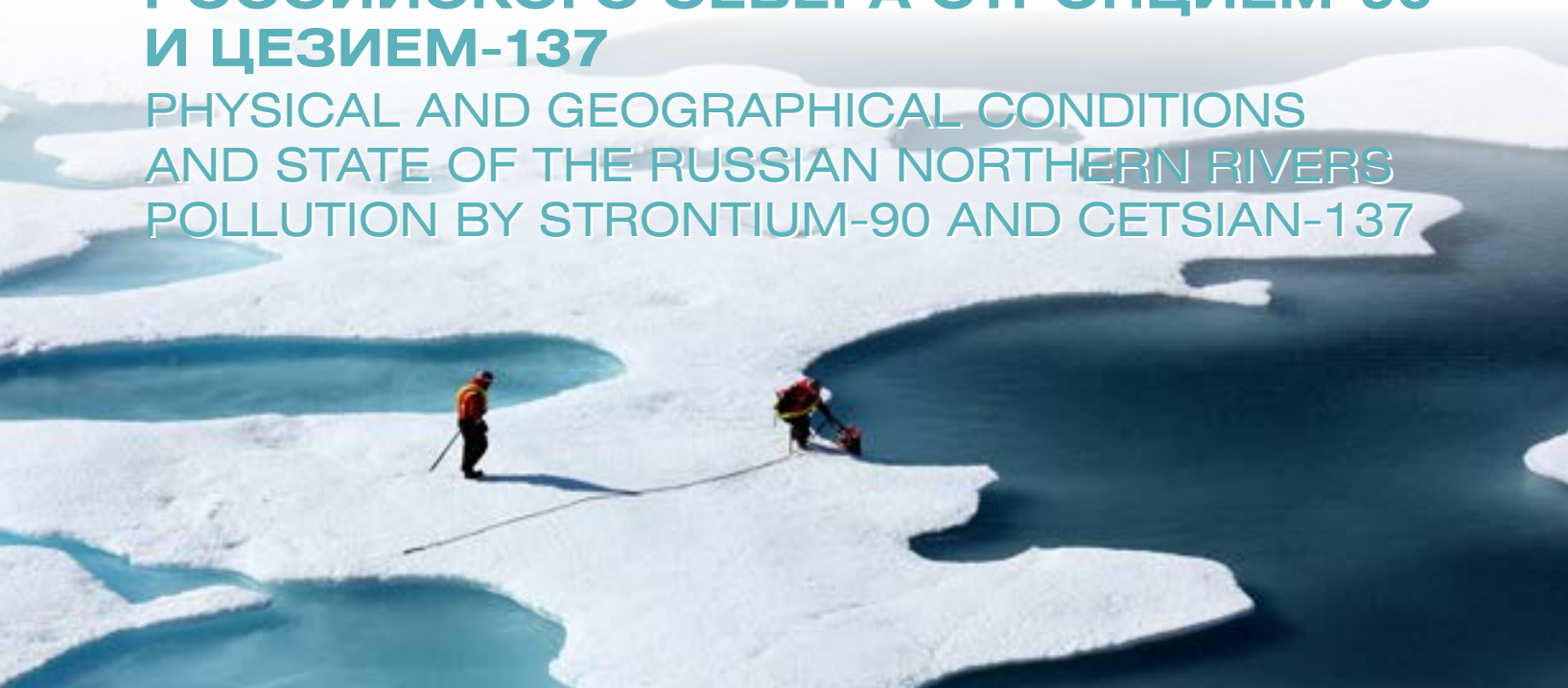
1. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп. Л.: Химия, 1988. 512 с.
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп. Л.: Химия, 1989. 592 с.
3. Российская газовая энциклопедия. М.: Большая Российская энциклопедия, 2004. 527 с.
4. Лавриненко И.А., Лавриненко О.В. Аккумуляция растениями тяжелых металлов в условиях нефтезагрязнения // Сибирский экологический журнал. 1998. № 3-4. С. 299-309.
5. Корчина Т.Я., Корчин В.И., Кушникова Г. И., Янин В.Л. Характеристика природных вод на территории Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2010. № 8. С. 9-12.
6. Корчина Т.Я., Корчин В.И. Сравнительная характеристика интоксикации свинцом и кадмием населения Ханты-Мансийского автономного округа // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 8-10.
7. Патент Российской Федерации № 2617533. Способ диагностики хронического и аварийного загрязнения почв тяжелыми металлами посредством анализа активности фермента дегидрогеназы. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Опубликовано: 25.04.2017. Бюл. № 12.
8. Агбалян Е.В. Содержание тяжелых металлов и риск для здоровья населения на Ямальском Севере // Гигиена и санитария. 2012. № 1. С. 14-16.
9. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Кукушкин С.Ю., Ганул А.Г. Оценка экологического состояния природной среды районов добычи нефти и газа в ЯНАО // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Серия 7. 2012. Выпуск 4. С. 87-101.
10. Бешенцев В.А., Павлова Е.И. Состояние окружающей среды, обусловленное техногенным воздействием в результате освоения и эксплуатации Русского нефтегазового месторождения // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 7. С. 161-166.
11. Непотребный А.И. Мониторинг содержания тяжелых металлов в почвах нефтяных месторождений южной тайги Томской области // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 318. С. 215-219.
12. Юртаев А.А. Комплексные исследования почвенного покрова о. Белый: первые итоги // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2016. № 4 (93). С. 8-11.
13. Васильчук А.К., Васильчук Ю.К. Инженерно-геологические и геохимические условия полигональных ландшафтов острова Белый (Карское море) // Инженерная геология. 2015. № 1. С. 50-65.
14. Путилова А.А., Блохина Н.Н. Природные и антропогенные предпосылки и факторы риска злокачественных новообразований // Проблемы региональной экологии. 2006. № 6. С. 61-66.



[Авторы: Н.А. Бакунов, Д.Ю. Большаков, С.А. Правкин]

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК РОССИЙСКОГО СЕВЕРА СТРОНЦИЕМ-90 И ЦЕЗИЕМ-137

PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL CONDITIONS AND STATE OF THE RUSSIAN NORTHERN RIVERS POLLUTION BY STRONTIUM-90 AND CESIUM-137



Миграция искусственных радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в геосфере Земли изучена наиболее обстоятельно применительно к среднеширотному поясу северного полушария, на который пришлось основные радиационные аварии XX столетия (Уиндскейл, Англия 1957, Кыштым, Россия 1957, Чернобыль, Украина 1986). В этом же поясе расположено основное количество АЭС, осуществляющих нормированные сбросы искусственных радионуклидов (ИРН) в атмосферу и открытую гидрографическую сеть. Накопленные знания по водной миграции ИРН позволяют рассмотреть ряд особенностей в этом процессе применительно к северным территориям России, несмотря на крайнюю ограниченность опытных данных по водоемам Севера.

Задача исследования сводилась к выяснению наиболее общих связей водной миграции глобальных ^{90}Sr и ^{137}Cs с ландшафтными и климатическими условиями на водосборах северных рек.

Объектами исследования стали большие реки бассейна Северного Ледовитого океана и опубликованные данные по загрязнению водосборов и вод ^{90}Sr глобальных выпадений [1, 2, 3]. К проводимой работе не привлекались реки с загрязнением ^{90}Sr и ^{137}Cs промышленного генезиса.

Задача исследования решалась путем реконструкции уровней ^{90}Sr в воде северных рек с целью выяснения их естественного очищения от ^{90}Sr с течением времени и связи этого процесса с ландшафтно-климатическими условиями на водосборах рек. В основе реконструкций – данные кумулятивного запаса ^{90}Sr и ^{137}Cs на водосборах рек [1] и характеристики миграции этих радионуклидов в системе водосбор-водоем [4-7]. В расчетах концентраций ^{90}Sr в воде использовались известные соотношения между запасом ^{90}Sr в почвенном покрове водосбора и величиной его выноса с поверхностным стоком [4, 5].

В наших исследованиях ^{90}Sr и ^{137}Cs глобальных выпадений рассматриваются как метки почвенного покрова водосборов, которые позволяют выявить наиболее общие закономерности их миграции в ландшафтно-климатических условиях высоких широт.

В методологии работ учитывалось, что миграция ^{90}Sr и ^{137}Cs в системе водосбор-река тесно связана с геохимической природой элементов Sr и Cs, по которой Sr является водным мигрантом, а ^{137}Cs – литофилом.

Водосборы рек Онега, С.Двина, Печора, Лена, Индигирка находятся вне сферы интенсивного аграрного землепользования. На реках нет плотин, водохранилищ и отсутствуют

предприятия атомной промышленности, осуществляющие регламентируемые сбросы ИРН в гидрографическую сеть. Реки европейского Севера находятся в зоне умеренного континентального климата, река Лена – резко континентального, а Индигирка арктического. Допускалось, что различие в ландшафтно-климатических условиях на водосборах рек европейского Севера и Восточной Сибири будут влиять на сток глобальных ИРН в реки бассейна Северного Ледовитого океана (СЛО).

С учетом закономерностей поведения глобального ^{90}Sr в почвах водосборов и миграции в реки были рассчитаны его средние концентрации в воде рек за 1966-1990 гг. (таблица 1).

В реки ^{90}Sr поступало не более 0.5-0.6% в год от запаса на водосборе. Для рек Онеги и Северной Двины наблюдалась тенденция более высоких концентраций ^{90}Sr в воде, чем Мезени и Печоры. В низовье этих рек локально встречается многолетняя мерзлота.

Результаты расчета динамики уровней ^{90}Sr в воде рек за 1966-1990 гг. удовлетворительно согласовывались с данными опыта [2], что позволило перейти к оценкам стока ^{90}Sr с водами рек за 30 лет и реконструкции загрязнения ^{90}Sr рек Восточной Сибири.

Данные стока ^{90}Sr с водами рек в бассейн СЛО за 30 лет приведены в таблице 2. В таблице дополнительно включены отдельные характеристики рек и количество осадков на водосборах.

Реки Северная Двина и Индигирка с близкой площадью водосбора (300 тыс. км²) между собой различались в 5 раз по величине стока ^{90}Sr . Климат на водосборе Северной Двины умеренно континентальный, тогда как у Индигирки арктический. Осадков на водосборе Индигирки выпадает в два раза меньше, чем на водосборе Северной Двины. Водосбор Северной Двины находится на равнине, а у Индигирки – в горах.

У реки Лена площадь водосбора в 7 раз больше, чем у Северной Двины, тогда как сток ^{90}Sr – больше лишь в 3 раза. Различие между ландшафтными и климатическими условиями на водосборах рек европейского Севера и

Восточной Сибири повлияли на миграцию ^{90}Sr в реки бассейна СЛО.

Изменения во времени концентраций ^{90}Sr в воде Северной Двины и Индигирки показано на Рисунке 1.

В начале временного ряда загрязнение вод ^{90}Sr еще зависело от выпадений ^{90}Sr из атмосферы и концентрации ^{90}Sr в реках были близкими, но уже с 1970 года воды Индигирки очищались быстрее вод Северной Двины. Значительные различия в ландшафтных и климатических условиях на водосборах этих рек повлияли на миграцию ^{90}Sr в реки.

Изменения концентраций ^{90}Sr в воде рек европейского Севера и Восточной Сибири были аппроксимированы экспоненциальной зависимостью в целях определения скорости естественной дезактивации вод от ^{90}Sr (таблица 3). Таблица дополнена значениями T, полученными

ТАБЛИЦА 1. ДИНАМИКА СРЕДНИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ^{90}Sr В ВОДЕ РЕК, БК/М³ (данные расчета)

Река	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990
Онега	37.8	29.1	24.8	21.6	19.1
С. Двина	34.2	26.5	22.6	19.5	17.4
Мезень	30.5	23.6	20.0	17.4	15.4
Печора	26.4	20.4	17.3	15.1	13.2

Таблица 2. Сток ^{90}Sr (1961-1990 гг.) с водами больших рек, ТБк (числитель – расчетные [5-7]), знаменатель – экспериментальные данные [2])

Реки	Водосбор, км ² (10 ³)	Осадки, мм/год	Сток, км ³ /год	Сток ^{90}Sr , ТБк [2, 5-7]
Онега	56.9	720	15.9	16.2/-
Сев. Двина	357	720	110	102.3/102
Мезень	78	720	27.9	21.8/-
Печора	322	700	130	92.2/80.1
Лена	2478	460	532	345.3/292
Индигирка	360	354	53.6	-/19.7

АННОТАЦИЯ: Изучено очищение вод рек европейского Севера России и Восточной Сибири от глобальных выпадений стронция-90. Концентрации глобального стронция-90 в воде экспоненциально снижались с течением времени. Полупериод очищения вод от стронция-90 составил 7-15 лет. Реки Лена и Индигирка очищались от стронция-90 быстрее рек Онеги, Северной Двины и Печоры в интервале 1961-1990 гг. Воды озерно-речных систем Восточной Фенноскандии очищались от цезия-137 с полупериодом 6.5 лет.

ABSTRACT: The purification of the rivers waters of the European North of Russia and Eastern Siberia from global fallout of strontium-90 has been studied. The concentrations of global

strontium-90 in water have declined exponentially over time. The half-time of purification of water from strontium-90 was 7-15 years. The Lena and Indigirka rivers were cleared of strontium-90 faster than the Onega, Northern Dvina and Pechora rivers in the interval 1961-1990. The waters of the lake-river systems of Eastern Fennoscandia were purified from cesium-137 with a half-life of 6.5 years.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стронций-90; цезий-137; воды рек; миграция; очищение вод.

Аннотация статьи.

KEYWORDS: strontium-90; cesium-137; river waters; migration; water purification.

ОБ АВТОРАХ:

БАКУНОВ НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, научный сотрудник лаборатории географии полярных стран ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», к.б.н., e-mail: nik.bakunov@yandex.ru

БОЛЬШИЯНОВ ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ, ведущий научный сотрудник лаборатории географии полярных стран ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», д.г.н., профессор, e-mail: bolshiyarov@aari.ru

ПРАВКИН СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, младший научный сотрудник лаборатории географии полярных стран ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», e-mail: s.pravkin@aari.ru

AUTHOR'S REVIEW:

NIKOLAY BAKUNOV, Researcher, Laboratory of the Polar Countries Geography, State Research Center "Arctic and Antarctic Research Institute", Ph.D., e-mail: nik.bakunov@yandex.ru

DMITRY BOLSHIYANOV, Leading Researcher, Laboratory of the Polar Countries Geography, State Research Center "Arctic and Antarctic Research Institute", Doctor of Geological Sciences, Professor, e-mail: bolshiyarov@aari.ru

SERGEY PRAVKIN, Junior Researcher, Laboratory of the Polar Countries Geography, State Research Center "Arctic and Antarctic Research Institute", e-mail: s.pravkin@aari.ru

финскими радиологами [9] для средней реки Кемийоки с водосбором выше линии Полярного круга.

Полупериоды T очищения вод Онеги, Северной Двины и Печоры от ^{90}Sr изменялись от 13.9 до 15.4 лет. Из этих рек от ^{90}Sr быстрее очищались воды Печоры $T=13.9$ лет. Её верховье находится в горах среднего Урала. Только с выходом русла из горного района река приобретает черты водоема равнинного типа с широкой поймой затопляемой весной. Температурные условия на водосборе Печоры более суровые, чем у рек Северной Двины и Онеги. Температура июля от устья реки Печора к истоку изменяется от +8 до +16, а для Северной Двины – от +12 до +20 °С.

Воды рек Лены ($T=10$ лет) и Индигирки ($T=7.5$ лет) очищались от ^{90}Sr быстрее вод рек европейского Севера. Значения T для этих рек составили 10 и 7.5 лет соответственно. Различия в скорости очищения вод рек европейского Севера и Восточной Сибири обусловлены природными условиями на водосборах, влияющих на формирование водного стока и вовлечение ^{90}Sr из кумулятивного запаса водосборов в поверхностный сток.

На водосборах Северной Двины и Печоры число дней со снежным покровом достигает 160, а на водосборе Лены – 240 дней в году. На водосборах притоков Лены снежный покров устанавливается в первой-второй декаде сентября, что приводит к прекращению поверхностно-склонового стока и уменьшению поступления

^{90}Sr в русло реки. Весной поверхностный сток ^{90}Sr на водосборах Лены и Индигирки формируется при слабом оттаивании почв водосборов и коротком периоде паводка. У рек европейского Севера паводок продолжительнее и поймы длительное время остаются затопленными внешними водами. Время контакта загрязненных ^{90}Sr грунтов с внешними водами на водосборах рек европейского Севера продолжительнее.

Мерзлота в почвах и грунтах Восточной Сибири является водоупором. С наступлением теплого сезона грунты оттаивают, в них формируется слой надмерзлотных вод [10]. Только часть ^{90}Sr из состава надмерзлотных вод может поступить в реки. Для этого необходимо, чтобы водоносный горизонт надмерзлотных вод дренировался руслом реки. В бассейне Лены и Индигирки из-за ранних морозов надмерзлотные воды, содержащие ^{90}Sr , перестают поступать в русло рек.

В теплый сезон мерзлые грунты оттаивают, в них возникают градиенты по влажности и температуре [11,12]. От этих параметров почв и грунтов зависят коэффициенты распределения (K_d) и коэффициенты диффузии (D) радионуклидов. С понижением температуры почвы с 20 до 0 °С коэффициенты диффузии D ^{90}Sr уменьшались с $2.3 \cdot 10^{-7}$ до $4.0 \cdot 10^{-8}$ cm^2/s [13]. По вопросам влияния температуры на миграцию ^{90}Sr и ^{137}Cs в почвах, донных грунтах и поступлению в поверхностный сток данных крайне мало [13, 14, 15]. В опыте с нативными и замороженными образцами почв в водные растворы извлекалось разное количество ^{137}Cs [15].

В Полярном поясе сумма активных температур ($T > 10$ °С) почвы равна 130, тогда как в двух областях Бореального пояса – 1290 и 1570 соответственно. Такие изменения температуры

РИСУНОК 1. ^{90}Sr В ВОДАХ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ (1-РАСЧЕТ, 2-ОПЫТ [2, 5]) И ИНДИГИРКИ (3-ОПЫТ [8]), 4-РАСЧЕТ [7])

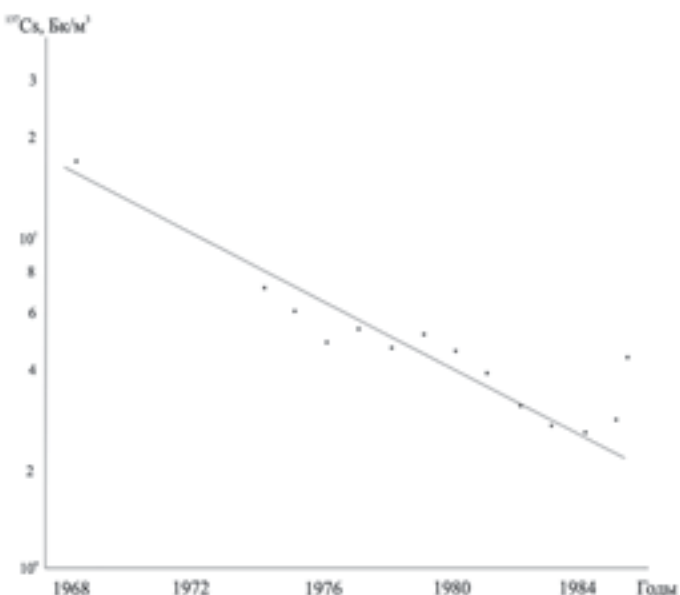


ТАБЛИЦА 3. ПОЛУПЕРИОДЫ T ОЧИЩЕНИЯ ВОД РЕК ОТ ^{90}Sr .

Река	Наблюдения, годы	T , лет	Формула расчета
Онега	1964-1995	15.0	$Ct=58.0 \exp(-0.693 t/15.0)$
Северная Двина	1965-1994	15.4	$Ct=51.3 \exp(-0.693 t/15.4)$
Печора	1963-1990	13.9	$Ct=43.0 \exp(-0.693 t/13.9)$
Лена	1965-1994	10.0	$Ct=34.4 \exp(-0.693 t/10.0)$
Индигирка	1963-1991	7.5	$Ct=42.0 \exp(-0.693 t/7.5)$
Кемийоки	1964-1985	10.5	$Ct=42.0 \exp(-0.693 t/10.5)$

влияют на физико-химическое состояние почв и грунтов и подвижность химических элементов [11,12].

По направлению север-юг водосбор Печоры захватывает 9 климатических районов, для которых величины $T > 10$ °С изменяются от 0-300 до 1200-1500. Для Индигирки аналогичный показатель по направлению север-юг изменялся от 0-300 до 500. Различия по температуре почв на водосборе рек достаточны, чтобы повлиять на скорость обменных реакций химических элементов в системе почва-почвенный раствор и на миграцию ^{90}Sr и ^{137}Cs .

Водосбор верховья Индигирки расположен в горах. Здесь температура почв и пород зависит от вертикальной зональности, она ниже, чем на равнине. Температура июля на водосборе Индигирки от устья реки к истоку изменяется от +4 до +12, тогда как для Северной Двины – от +12 до +20 °С.

Донные отложения горных районов Индигирки представлены грубообломочным материалом, валунами, галькой, крупнозернистыми песками. Такие грунты из-за низкой сорбционной способности не накапливают запасов ^{90}Sr на дне реки. При таких грунтах возможности Индигирки поддерживать загрязнение своих вод ремобилизацией ^{90}Sr из запасов дна ограничены. У рек европейского Севера разнообразные грунты дна русла и пойм обладают более высоким поглощением ИРН.

На очищение от ^{90}Sr вод реки Лены повлияли особенности природных условий, формирующих сток реки. Сток Лены в зимний период происходит за счет вод русла, так как большие притоки (Алдан, Витим) зимой промерзают. У Лены наблюдаются значительные изменения в минерализации вод от летней к зимней межени [16]. В пункте Табага минерализация летом 93 мг/л, но к январю-марту она возрастает до 530 мг/л. Зимний сток Лены поддерживается водами глубоких водоносных горизонтов, в которых ^{90}Sr и ^{137}Cs отсутствуют. Чистые воды глубинных горизонтов разбавляют загрязненные воды реки, уровни ^{90}Sr в реке снижаются. В то же время поступление в русло вод из глубоких водных горизонтов приводит к дренированию донных отложений и десорбции поглощенного ^{90}Sr из отложений дна. Поскольку значения K_d ^{90}Sr для грунтов дна низкие (n 101 л/кг), то длительное

поступление зимой минерализованных вод является фактором, способствующим очищению дна реки от ^{90}Sr .

Воды Лены в 1965-1994 гг. очищались от ^{90}Sr со значением $T=10$ лет. При 50-летней экспозиции ^{90}Sr на водосборе (1960-2011 гг.) значение T оценено в 12.5 лет [3]. Различия в оценках T может обуславливаться как изменениями в стоке Лены после создания водохранилища на реке Витим, так и большим временем миграции ^{90}Sr в системе водосбор-водоем. В целом оценки T согласуются с более быстрым очищением от ^{90}Sr вод реки Лены, чем рек европейского Севера.

Финские радиологи [9] для реки Кемийоки с водосбором выше Полярного круга определили скорость очищения вод от ^{90}Sr в 10.5 лет (таблица 3). Сравнение полупериодов T для реки Кемийоки с таковыми значениями T рек европейского Севера в некоторой степени условно. Сток у реки Кемийоки направлен с севера на юг, тогда как у российских рек – в обратном направлении. Верховье водосбора Кемийоки, как и Печоры, приходится на горный район, а низовье – на равнинный. Такая особенность водного питания рек могла повлиять на миграцию ^{90}Sr .

Мониторинг глобального ^{137}Cs в воде рек Севера отсутствовал. Его концентрации в реках с 1962-1964 гг. быстро уменьшились до значений близких к пределу используемых методов контроля. Однако для озер Кольского полуострова и Карелии с привлечением результатов наблюдений за ^{137}Cs в озерах сопредельной Финляндии была сформирована выборка данных, позволившая определить скорость очищения вод от ^{137}Cs . В выборку вошли наблюдения за группой озер в 1968 г. (Выгозеро, Ругозеро, Онежское, Ильмень) и озером Имандра в 1974-1979 гг. [17, 18]. В 1986 г. осредненное значение концентрации ^{137}Cs для вод озер Онежское, Выгозеро и Ругозеро равнялось 16.9 ± 1.9 Бк/м³. Выборка данных была дополнена наблюдениями за ^{137}Cs в водоемах сопредельной Финляндии [19]. Тренд уровней ^{137}Cs в воде (Рисунок 2) аппроксимирован экспоненциальной функцией. Полупериод очищения вод T составил 6.5 лет [20]. На Кольском полуострове и Карелии реки берут начало из озер или протекают через них в своем среднем (нижнем) течении. Поэтому полупериод $T=6.5$ лет характеризует миграцию ^{137}Cs в озерно-речных системах этого региона.

Объективность очищения вод от ^{137}Cs с $T=6.5$ лет подтверждается наблюдениями за «чернобыльским» ^{137}Cs в озере Пяйянне с 1988 по 2000 гг. Его воды очищались с $T=5.5$ лет [9]. Более быстрое очищение вод озера от «чернобыльского» ^{137}Cs является ожидаемым, так как его загрязнение ^{137}Cs в 1986 г. было «почти моментальным», тогда как глобальным ^{137}Cs – растянутым во времени. Полупериод T очищения вод Онежского озера от глобального ^{137}Cs (1967-1985 гг.) определен нами в 8 лет [21]. Эта величина в 2 раза меньше показателя условного обмена вод этого озера равного 16 лет. Естественное очищение водной массы озера от ^{137}Cs происходило быстрее смены вод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Влияние ландшафтно-климатических условий на миграцию ^{90}Sr с водосбора в реки бассейна Северного Ледовитого океана согласовывалось с повышением суровости климата с запада на восток и сменой равнинного типа ландшафта горным. Реки европейского Севера – Онега, Северная Двина, Печора – находятся в зоне умеренного континентального климата. У рек Восточной Сибири – Лены и Индигирки – резко континентальный и арктический соответственно. Интегральное воздействие факторов разной природы на миграцию ^{90}Sr , в том числе температуры, обусловило неодинаковое поступление ^{90}Sr из кумулятивного запаса водосборов в сток рек.

Вынос ^{90}Sr в реки европейского Севера – Онеги, Северной Двины, Печоры – в 1964-1990 гг. не превышал 0.5-0.6% в год от запаса на водосборе, а Восточной Сибири – в 2-3 раза меньше. В 1964-1990 гг. воды рек Онеги, Северной Двины и Печоры очищались от ^{90}Sr медленнее Лены и Индигирки. Полупериод очищения вод T от ^{90}Sr для рек европейского Севера составил 10-15.4, а рек Восточной Сибири – 7.1-10 лет соответственно.

Воды озерно-речных систем северо-западного региона от Кольского полуострова на севере до южных районов Карельского перешейка

очищались от глобального ^{137}Cs с полупериодом $T=6.5$, а глубокого Онежского озера – с $T=8$ лет соответственно.

РИСУНОК 2. ДИНАМИКА ^{137}Cs В ВОДЕ ОЗЕР И РЕК ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ, БК/МЗ



ЛИТЕРАТУРА:

1. Болтнева Л.И., Израэль Ю.А., Ионов В.А. и др. Глобальное загрязнение ^{90}Sr и ^{137}Cs и дозы внешнего облучения на территории СССР/Атомная энергия. 1977. Т. 42. Вып. 5. С. 355-360
2. Chumichev V.B. Sr-90 discharge with main rivers of Russia into Arctic Ocean during 1961-1990 //Scientific Committee of the Environmental Radioactivity in the Arctic and Antarctic. Ostersas, Norway, 1995. P.79-83
3. Вакуловский С.М., Абдурагамов Е.С., Колесникова Л.В., Уваров А.Д. ^{90}Sr в поверхностных водах суши на территории России в 1961-2011 гг./Атомная энергия.Т. 114..Вып. 1 с.57-60.
4. Махонько К.П., Абраменко А.С., Бобовникова Ц.И., Чумичев В.Б. Коэффициенты стока стронция-90 и цезия-137 с поверхности почв речного бассейна// Метеорология и гидрология. 1977. № 10. С. 62-66.
5. Бакунов Н.А. Оценка выноса ^{90}Sr из почвенного покрова с речным стоком//Водные ресурсы. 1999. Т.26. №2. С.198-201.
6. Бакунов Н.А., Саватогин Л.М., Большианов Д.Ю. Вынос глобального ^{90}Sr из почвенного покрова со стоком рек, впадающих в Северный Ледовитый океан//Водные ресурсы. 2007. Т. 34. № 2. С. 190-193
7. Бакунов Н.А., Большианов Д.Ю., Макаров А.С. Естественная дезактивация вод больших рек российского Севера от глобального ^{90}Sr // Радиохимия.2012. Т.54. № 2. С. 188-192
- 8.Тэвс Н.П. Организация мониторинга глобального радиационного фона республики Саха (Якутия). 1-я Республиканская научно-практическая конференция. Якутск. 1993. С. 178-186
- 9.Рахола Т., Саксен К., Костиайнен Э., Пухакайнен М. Техногенная радиоактивность в организме человека и окружающей среде//Радиохимия.2006. Т.48. № 6. С.562-566
10. Иваник В.М., Веселовский Н.В. К вопросу о принципах обобщения гидрохимических данных для зоны многолетней мерзлоты на

примере Лено-Индигирского района//Гидрохимические материалы. Л.:Гидрометеиздат. 1973. Т. 59.С.82-92

11. Основы геохронологии. Ч. 1: Физико-химические основы геохронологии//Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1995. 308 с
12. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. М., Колос, 1972, 360 с.
13. Сафронова Н.Г., Питкянен Г. Б., Погодин Р.И. О механизмах миграции ^{90}Sr в донных отложениях водоемов//Проблемы радиэкологии водоемов-охладителей атомных электростанций. Свердловск.: УрО АН СССР.1978. С.95-98.
14. Белова Е.И., Погодин Р.И., Коготков А.Я. Роль диффузии в перемещении ^{90}Sr по профилю почвы//Информ. бюл. Радиобиология.1971. № 13. С.51-53
15. Василенков С.В. Вымыв цезия-137 из почвы в зимне-весенний период//Метеорология и гидрология. 2010. № 6. С. 60-66
16. Бочкарев П.Ф. Гидрохимия рек Восточной Сибири.Иркутск.1959.155 с
17. Пакуло А.Г. Содержание цезия-137 в пресноводной рыбе при различном солевом составе воды. Вопросы морской радиобиологии. Калининград. Тр. АтлантНИРО. 1971. Вып. 45. С.38-41.
18. Буянов Н.И. Концентрация ^{90}Sr и ^{137}Cs в районе сброса теплых вод Кольской АЭС //Экология.1981. № 3. С.66-70
19. Koivulchto M., Saxen R., Tuomainen K. Radionuclides in aquatic environments. Studies on Environmental Radioactivity in Finland 1979. Annual Report, STL-A-34. Helsinki, 1980.
20. Большианов Д. Ю., Бакунов Н.А., Макаров А.С. К вопросу миграции ^{137}Cs в водных системах Восточной Фенноскандии// Водные ресурсы 2016. Т. 43. №3. С.328-335
21. Бакунов Н.А. Реконструкция концентраций глобального ^{137}Cs в воде Онежского озера//Радиохимия. 2004. Т.46. № 3. С. 280-282

ОЦЕНКА ЖИДКОГО И ТЕПЛООВОГО СТОКА РЕК В КАРСКОЕ МОРЕ

ASSESSMENT OF LIQUID AND HEAT FLOW OF RIVERS TO THE KARA SEA

[Автор: В.С. Вознесенская]

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня Россия активно восстанавливает утраченные во время перестройки позиции в Арктическом регионе. Изменения климата и влияние данных изменений на природные условия региона являются одним из лимитирующих факторов возвращения в Арктику. Так, развитие Северного морского пути, а так же разработка шельфовых нефтегазоносных провинций связаны с динамикой ледовых явлений вдоль российского побережья. Немаловажную роль в формировании этих явлений играют жидкий и тепловой сток рек в арктический регион, а так же их динамика в связи с изменениями климата.



Понимание необходимости изучения вопросов термики воды и влияния теплового и жидкого стока на арктическую зону океана пришло уже в середине XX века, когда советские ученые решали задачу освоения Арктики и Северного морского пути. Первые сведения о тепловом стоке рек встречаются в работе В. Б. Шостаковича (1911), более достоверные оценки теплового стока были представлены в работах Н.Д. Антонова (1936), Б.Д. Зайкова (1936) и И.П. Коровкина (1941). В 1960 – 1980-е гг. исследования теплового стока рек публиковались в монографической части справочника «Ресурсы поверхностных вод СССР». В современных условиях проблема динамики жидкого и теплового стока рек так же привлекает исследователей (Д.В. Магрицкий, 2009; В.Н. Михайлов, 2015 и др.)

Появление новой гидрометеорологической информации, строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений и связанное с ней тепловое загрязнение водных объектов, а так же существенное изменение климатических показателей требует более подробного изучения каждого района поступления теплоты в арктический регион. В данной работе представлены результаты изучения теплового стока рек, впадающих в Карское море.

Водосборная часть рек, впадающих в Российскую Арктику, составляет 12,064 млн км². На водосбор Карского моря приходится 55% данной площади [1].

Таким образом, основной целью исследования был подсчет и анализ теплового и жидкого стока рек, впадающих в Карское море. Для этого решались следующие задачи: изучение условий формирования жидкого и теплового стока рек Сибири, принадлежащих водосбору Карского моря; количественный подсчет среднегодовых значений жидкого и теплового стока рек; изучение климатически обусловленных тенденций изменения теплового стока рек.

Для подсчета жидкого и теплового стока в Арктический регион рассматривались замыкающие створы, крупнейших рек водосбора: Оби, Енисея, Пура и Таза (таблица 1). Характеристики рассчитывались по общепринятым в гидрологии формулам[2, 3].

Подсчеты велись с использованием методов географо-гидрологического анализа, а так же статистических методов (регрессионный, критерии согласия, параметрические и непараметрические методы проверки однородности временных рядов по среднему и дисперсии).

Также было принято рассчитывать тепловой сток только для теплого периода года (июнь – октябрь), т.к. при низкой зимней температуре воды тепловой сток рек незначителен.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РАССМАТРИВАЕМЫХ РЕК

Площадь водосборного бассейна Карского моря составляет 6 650 000 км². На западе граница водосбора Карского моря проходит по Ураль-

ОБ АВТОРЕ:

ВОЗНЕСЕНСКАЯ ВАРВАРА СЕРГЕЕВНА, студентка 4 курса бакалавриата Национального исследовательского Томского государственного университета, член ассоциации стипендиатов Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского, e-mail: voznensenskie4sivs@yandex.ru

AUTHOR REVIEW:

VOZNESENSKAYA VARVARA SERGEEVNA, the forth-year student of Tomsk state university, Member of the Fellows Association of the The V.I. Vernadsky Non-Governmental Ecological Foundation, e-mail: voznensenskie4sivs@yandex.ru

ским горам. На востоке водосбор Карского моря граничит с водосбором моря Лаптевых. Граница идет по водоразделу рек Енисей и Лена до 66°с.ш., далее на север – по водоразделам реки Пясины со стороны Карского моря и Хатанги со стороны моря Лаптевых. Водосбор Карского моря включает Западную Сибирь и захватывает часть Восточной Сибири (водосбор Енисея) [1, 4]. Учитывая различия в формировании стока рек в западной и восточной частях водосбора, следует разделять их физико-географическую характеристику и условия формирования стока.

Так, Западно-Сибирская часть водосбора является равниной, в то время как Восточно-Сибирская часть (правые притоки Енисея) является плоскогорьем. Равнинная часть водосбора характеризуется высокой степенью заболоченности и хорошо выраженной широтной зональностью, в Восточно-Сибирской части водосбора происходит нарушение широтной зональности, а многолетняя мерзлота, распространенная лишь в северных частях Западной Сибири, распространяется здесь до гор Южной Сибири [4-5].

Реки водосбора, протекающие по территории Западной Сибири, характеризуются малыми уклонами (Обь – 0,04 м/км, Таз – 0,1 м/км, Пур – 0,09 м/км), в то время как Енисей обладает средним уклоном 0,18 м/км. Питание рек Западной Сибири, как и рек Восточной осуществляется, в основном за счет таяния сезонного снежного

покрова, но в Западной Сибири велика доля дождевого питания, а на некоторых реках и грунтового (Таз до 27%).

Основные источники питания рек определяют их режим, для всех рассматриваемых рек характерно весеннее половодье, реки Западной Сибири так же характеризуются летне-осенними паводками, для Енисея характерны летние паводки. Таким образом, основной сток рассматриваемых рек проходит в теплый период года. На зимний сток как водный, так и тепловой приходится всего несколько процентов годовой нормы [6-8].

ЖИДКИЙ И ТЕПЛОВЫЙ СТОК

Восстановление пропусков в данных проходило по методу аналогий (для поста Пур – с. Самбург). Проверка рядов расходов на однородность по среднему и дисперсии показала нарушение однородности по среднему у Енисея. Путем последовательного разбиения ряда по предполагаемым датам нарушения были определены годы нарушения однородности – 1966 и 1978, которые совпали с началом заполнения Красноярского (1967 г), Саяно-Шушенского (1978 г) водохранилищ. Анализ ряда с 1978 по 2014 год показал его однородность.

Построение разностных интегральных кри-

ТАБЛИЦА 1. ГИДРОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАССЕЙНОВ НАИБОЛЕЕ КРУПНЫХ РЕК, ВПАДАЮЩИХ В КАРСКОЕ МОРЕ

Река	Длина реки, км	Площадь водосбора, км ²	Процент общей площади водосбора, %	Замыкающий створ	Источники сведений о реке
Обь	3650	2990000	45	г. Салехард	ГВР*
Пур	389	112000	1,7	с. Самбург	ГВР
Таз	1401	150000	2,25	п. Сидоровск	ГВР
Енисей	3487	2580000	39	г. Игарка	ГВР

* - Государственный водный реестр

АННОТАЦИЯ: Тепловой сток рек является одним из важнейших факторов гидроэкологического состояния водных объектов: оказывает влияние на формирование режима прибрежной части моря, является одним из индикаторов изменения климата.

Для оценки водного и теплового стока рек в Карское море использовались данные современных наблюдений: рек Обь, Пур, Таз и Енисей за период с 1954 по 2000 гг., средние многолетние значения данных величин для реки Енисей так же рассчитаны за период с 1954 по 2014 г.

Полученные в ходе работы данные позволяют сделать вывод: наибольший вклад в тепловой и водный сток в Карское море оказывает Енисей. Влияние региональных климатических изменений на водный и тепловой сток рек Обь, Енисей, Пур, Таз статистически незначимо. Больше влияние на динамику водного и теплового стока в Карское море оказывает антропогенный фактор, что прослеживается на примере реки Енисей.

ABSTRACT: The heat flow of the river is one of the most important hydrological and ecological factors for water body. It changes coastal part of the sea and it is indicated changes of climate.

Modern data were used to estimate amount of the heat flow and river flow. There are estimates of normal annual heat river flow and water flow to the Kara sea in the article. Normal annual values were received from 1956 to 2000 for the Ob, Taz, Pur and Yenisei; also it was got from 1956 to 2014 for the Yenisei.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водный сток, тепловой сток, речной бассейн, Карское море, климатические изменения, Западная Сибирь, Восточная Сибирь

KEYWORDS: river flow, water flow, heat river flow, river basin, the Kara sea, climate change, Western Siberia, Eastern Siberia

РИСУНОК 1. РАЗНОСТНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ СРЕДНИХ ГОДОВЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ

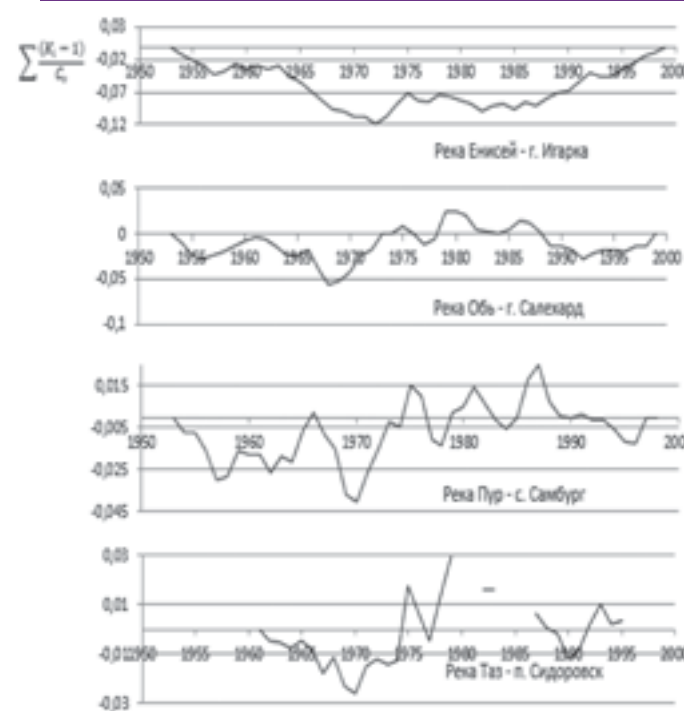
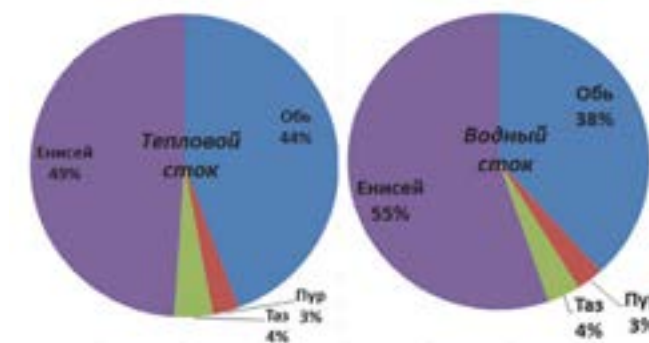


РИСУНОК 3 – КОМПЛЕКСНЫЙ ГРАФИК МЕЖГОДОВОЙ ДИНАМИКИ ОБЪЕМОВ ТЕПЛОвого И ВОДНОГО СТОКА, СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА РЕК ОБЬ И ЕНИСЕЙ (1954 – 2000 ГГ.)



для реки Енисей до 2014 года, позволило определить окончание многоводного периода в 2010 году.

Для учета бокового притока теплового стока на расстоянии от замыкающего створа до устья были использованы переходные коэффициенты, приведенные в работе Н.И. Алексеева [9].

Рассчитанный средний многолетний объем водного стока, стекающего с 88% площади водосбора Карского моря, составляет 1038 км³/год. Вклад Енисея – 55%, Оби – 38%, рек Таз и Пур, соответственно, 4 и 3% (таблица 2, Рисунок 2).

Среднее многолетнее значение теплового стока рек в Карское море составляет 30538*10¹² кДж/год. Наибольшую долю теплового стока, как и в случае с жидким стоком в Карское море, составляют Енисей – 49%, Обь – 44% (Рисунок 2).

Уменьшение вклада Енисея в тепловой сток, по сравнению с вкладом в водный, связано с большим прогревом реки Обь. При этом максимум водного стока рек бассейна Карского моря приходится на июнь (половодье в низовьях рек). Максимум теплового стока наступает позже – в июле. Для Оби июньский сток составляет 22% годового, для Пура – 35%, для реки Таз – 34%, а для Енисея – 37%.

Таким образом, наибольший вклад как в водный, так и тепловой сток вносит Енисей.

Оценка статистических параметров рядов теплового и водного стока позволила определить меньшую изменчивость водного и теплового стока Енисея (Cv=0,08 и 0,12 соответственно) по сравнению с Обью (Cv=0,14 и 0,22).

Анализ межгодовой динамики гидрометеорологических характеристик велся по комплексным хронологическим графикам объемов теплового, водного стока и температуры воды (Рисунок 3).

В хронологическом ходе температуры воды в замыкающих створах Енисея и Оби до 70-х годов наблюдалась статистически значимая тенденция на убывание. Средние многолетние температуры воды теплового периода уменьшились с +10,4°C (1954 – 1971 гг.) до +9,7°C (1972 – 2000 гг.). Но для всего рассматриваемого в работе периода наблюдений температурный тренд статистически не достоверен.

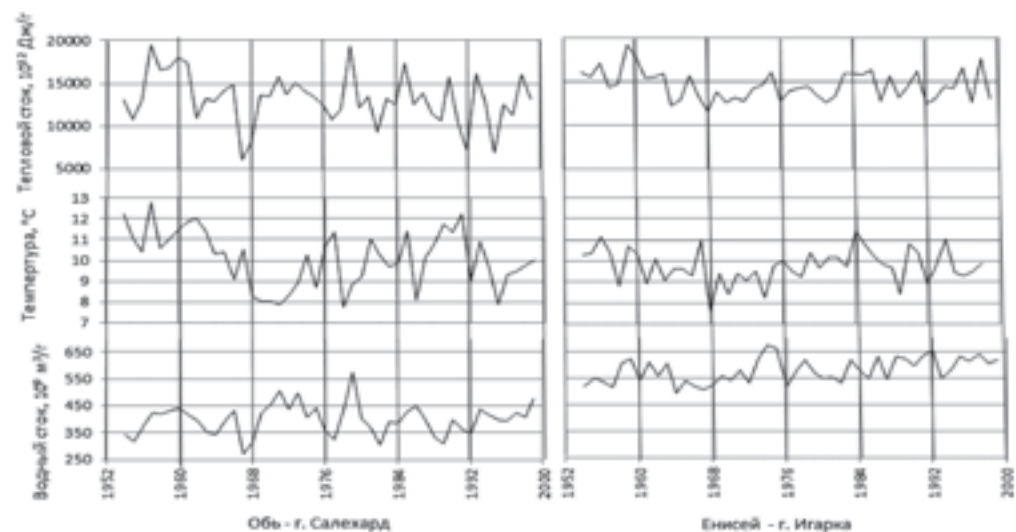
ТАБЛИЦА 2. СРЕДНИЕ МНОГОЛЕТНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНОГО И ТЕПЛОвого СТОКА РЕК БАССЕЙНА КАРСКОГО МОРЯ

Характеристика	Обь-г. Салехард	Пур - с. Самбург	Таз - п. Сидоровск	Енисей-г. Игарка*
Расход, м ³ /с	12492	896	1055	18395 (18613)
Объем водного стока, м ³ /год	396*10 ⁹	28,3*10 ⁹	33,3*10 ⁹	580*10 ⁹ (578*10 ⁹)
Модуль водного стока, л/(с*км ²)	4,2	8	7	7,2 (7,2)
Слой водного стока, мм	132	253	222	225 (224)
Тепловой сток в устье, кДж*10 ¹²	13405	950	1568	18395 (18613)

*Для Енисея приведено два типа данных: рассчитанные за общий период наблюдений до 2000 г. и, в скобках, рассчитанные за продленный до 2014 г. период.

РИСУНОК 2.

СООТНОШЕНИЕ
ОБЪЕМОВ
ВОДНОГО
И ТЕПЛООВОГО
СТОКА РЕК
В КАРСКОЕ
МОРЕ



В водном стоке у Енисея с 70-х годов, а у Оби с 80-х наблюдается тенденция на увеличение, но она также статистически незначима.

Разнонаправленность изменения водного стока и температур привели к незначительному изменению теплового стока. Так, для периода с 1954 по 2014 г. у реки Енисей наблюдается сначала уменьшение значения теплового стока с $15176 \cdot 10^{12}$ кДж (1954-1968) до $14524 \cdot 10^{12}$ кДж (1968-1999), а затем рост значений до $15189 \cdot 10^{12}$ кДж.

ВЫВОДЫ

Полученные в ходе работы данные позволяют сделать следующие выводы о режиме водного и теплового стока рек бассейна Карского моря:

1. Распределение теплового стока в году неравномерно не только за счет неравномерного распределения водного стока, но и за счет более интенсивного прогрева в июне – июле. Тепловой сток осуществляется в течение 5 месяцев (июнь – октябрь), а максимум теплового стока наступает несколько позднее, чем максимум жидкого стока.

2. Колебания годовых значений и водного, и

теплового стока малы. Коэффициент вариации водного стока рек бассейна Карского моря, в среднем, составляет 12,6%. Для теплового стока колебания более значительны, коэффициент вариации составляет 21%.

3. Суммарный годовой водный сток в Карское море за период с 1954 по 2000 гг. составляет $1038 \text{ км}^3/\text{год}$.

4. Суммарный годовой тепловой сток рек бассейна Карского моря составляет $30538 \cdot 10^{12}$ кДж/год.

5. В суммарный водный и тепловой сток Карского моря основной вклад вносят реки Обь и Енисей (для жидкого – соответственно 38 и 55%, и для теплового – 44 и 49%).

6. Влияние климатических изменений на водный и тепловой сток рек Обь, Енисей, Пур, Таз в Карское море статистически незначимо. Большее значение для динамики стока играет антропогенное влияние.

7. Наиболее заметные колебания теплового и водного стока в рассматриваемый период наблюдаются у реки Енисей, за счет нарушений однородности ряда.

ЛИТЕРАТУРА:

1 Магрицкий Д.В. Тепловой сток рек в моря Российской Арктики и его изменения // Вест. Москв. ун-та. Сер. 5, География. – 2009. – Вып. 5. – С. 69 – 77.

2 Владимиров А.М. Гидрологические расчеты / А. М. Владимиров. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 366 с.

3 СП 33–101–2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – ВЗАМЕН СНиП 2.01.14–83; введ. 2003 -12 -26. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 70 с. – (Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу).

4 Зайков Б.Д. Речной сток в моря Лаптевых и Восточносибирское и количество переносимого им в эти моря тепла // Труды арктического института. – 1936. – Т. 35.

5 Зонтин М.И. Жидкий и тепловой сток в море Лаптевых // Труды арктического института. – 1947. – Т. 198.

6 Винокуров Ю. И., Цимбалей Ю.М., Красноярова Б.А. Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // Ползуновский Вестник. Барнаул. – 2005. – Вып.4. – С. 3

7 Гидрологическая изученность. – Л.: Гидрометеорологическое издательство. – 1967. – Т. 15: Алтай и Западная Сибирь. – 242 с.

8 Гидрологическая изученность. – Л.: Гидрометеорологическое издательство. – 1967. – Т. 16: Ангаро-Енисейский район. – 245 с.

9 Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В., Михайлов В.Н. Антропогенные и естественные изменения гидрологических ограничений для природопользования в дельтах рек российской Арктики // Водное хозяйство России. – 2015. – №1. – С. 14– 31.

10 R-ArcticNET – A Regional, Electronic, Hydrographic Data Network For the Arctic Region [Электронный ресурс] URL: <http://www.r-arcticnet.sr.unh.edu/v4.0/index.html> (дата обращения 15.10.2017)



УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

AIR QUALITY MANAGEMENT OF THE HUMAN HABITAT: STATE AND PROSPECTS



[Автор А.В. Новоселов]

Управление качеством атмосферного воздуха в Челябинской области (далее именуется – управление), как и в других регионах Российской Федерации, реализует принцип обязательности государственного регулирования выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух согласно статье 2 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха».

Элементами системы управления являются органы исполнительной власти и природопользователи, функции и взаимодействие в области охраны атмосферного воздуха которых установлены природоохранным законодательством.

Структурная схема системы управления изображена на Рисунок 1, где ЗУ – заданный уровень загрязнения атмосферного воздуха (гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха) или управляющее воздействие системы управления, НО – надзорные органы, ПП – природопользователи с источниками выбросов (ИВ) вредных (загрязняющих) веществ (ЗВ), АВ – атмосферный воздух, СГМ – система государственного мониторинга атмосферного воздуха, ПК1 и ПК2 – соответственно производственный контроль нормативов ПДВ и производственный контроль качества воздуха в контрольных точках согласно проектов ПДВ ПП, КМ1 и КМ2 – соответственно контрольные мероприятия для проверки фактических выбросов ПП и качества воздуха в установленных для ПП контрольных точках, НПДВ – нормативы предельно допустимых выбросов, МР – меры реагирования НО (меры принуждения ПП к исполнению требований воздухоохранного законодательства по результатам контрольно-надзорных мероприятий), ФВ – фак-

тические выбросы ЗВ в атмосферный воздух ПП, ФУ – фактический уровень загрязнения атмосферного воздуха (фактические концентрации ЗВ (группы ЗВ) в атмосферном воздухе) или управляемая величина системы управления.

Согласно статье 1 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха» целью управления является обеспечение соответствия совокупности физических, химических и биологических свойств атмосферного воздуха гигиеническим нормативам качества атмосферного воздуха и экологическим нормативам качества атмосферного воздуха.

Рассмотрим управление в части наиболее интересных граждан химических свойств. В этом случае ЗУ и ФУ измеряются в ПДК – предельно допустимых концентрациях ЗВ в атмосферном воздухе населенных пунктов. Содержание ЗВ в воздухе жилой застройки не должно превышать 1 ПДК. Это означает, что в системе Рисунок 1 значение управляющего воздействия ЗУ и желаемое значение управляемой величины ФУ не должны превышать 1 ПДК по любому ЗВ из выбрасываемых всеми ПП.

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году» регулярные наблюдения Росгидромета выполняются в 223 городах России и, с учетом прежних ПДК формальдегида количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, уменьшилось за последние 10 лет лишь на 16 городов, составило 194 города.

Установление и устранение причин фатального отклонения результата управления качеством атмосферного воздуха в промышленных

городах от желаемого представляет актуальную задачу.

Управление качеством атмосферного воздуха ФУ по принципу обязательности государственного регулирования выбросов (управление «по выбросам») основано на допущении, что цель управления (ФУ не более 1 ПДК) достигается при достижении всеми ПП заданных значений выбросов ФВ равных НПДВ.

Упрощенно в системе Рисунок 1 происходит следующее преобразование входного воздействия ЗУ в выходное ФУ:

■ ПП предоставляют в НО результаты инвентаризации своих ИВ и проект НПДВ, определяемых на основании расчетов рассеивания своих выбросов в атмосферном воздухе с учетом влияния других ИВ по методу фоновых концентраций;

■ НО рассматривают (проверяют) данные инвентаризации ИВ и проект НПДВ, по результатам рассмотрения устанавливают ПП нормативы ПДВ исходя из ЗУ – преобразуют ЗУ в НПДВ для конкретных ПП;

■ ПП осуществляют деятельность, связанную с выбросами ЗВ – преобразуют установленные им НПДВ в фактические выбросы ФВ;

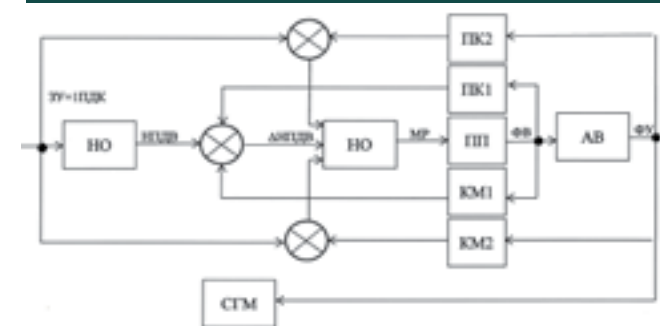
■ фактические выбросы ФВ всех ПП преобразуются (рассеиваются) в окружающей среде в фактические уровни загрязнения воздуха ФУ.

Теоретически ПП рассчитывают и НО устанавливают НПДВ из условия, что суммарные расчетные уровни загрязнения воздуха с учетом максимального влияния ИВ других ПП (фоновое загрязнение) не превышают санитарные нормативы, т.е. в соответствии с законодательством максимальное значение управляющего воздействия ЗУ для системы Рисунок 1 равно 1 ПДК.

Преобразование ЗУ в НПДВ и преобразование (рассеивание) ФВ в ФУ принимаются обратными функциями (неполное соответствие функций, описывающих реальное и используемых для расчета рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе, для целей настоящей статьи не имеет значения). Поэтому если ПП обеспечивает ФВ = НПДВ, то будет обеспечено ФУ = ЗУ = 1 ПДК. Соответственно, если ФВ более НПДВ, то и ФУ будет превышать санитарные нормативы.

Таким образом, единственной причиной от-

РИСУНОК 1. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА



АННОТАЦИЯ: В статье рассматриваются принципы управления качеством атмосферного воздуха на примере Челябинской области. Показано, что эффективное управление величинами выбросов отдельных природопользователей не обеспечивает эффективное управление суммарными уровнями загрязнения атмосферного воздуха. Загрязнение воздуха в действующей системе управления является производной от выбросов, но не управляемой величиной.

ABSTRACT: The article discusses the principles of air quality management on the example of the Chelyabinsk region. It is shown that the effective management of the emission levels of individual users of natural resources does not ensure the effective management of total levels of air pollution. Air pollution in the current management system is derived from emissions, it's not a controllable quantity.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: качество атмосферного воздуха; государственное регулирование; выбросы; загрязнение воздуха

KEYWORDS: air quality; government regulation; emission; air pollution

клонений ФУ в системе Рисунок 1 от заданного значения ЗУ = 1 ПДК полагается отклонение производственной деятельности ПП от того режима, который НО в виде НПДВ определили ПП, и эффективное управление «по выбросам» должно обеспечивать деятельность ПП с выбросами не более НПДВ.

В Челябинской области с 1 января 2016 года отсутствуют ПП с разрешениями на выбросы сверх НПДВ и факты сверхнормативного загрязнения воздуха из-за превышения НПДВ по результатам КМ1 отсутствуют.

Применительно к системе Рисунок 1 это означает, что в городах Челябинской области ФУ должны не превышать 1 ПДК.

По данным СГМ в городах области весь многолетний период наблюдения и по настоящее время ФУ превышают ЗУ по среднегодовым, среднемесячным, ежедневным в среднем по городам, где ведутся наблюдения, и максимально разовым показателям для нескольких ЗВ, тенденция к улучшению ситуации отсутствует.

Рассмотрим работу системы с несколькими ПП и отметим следующие два обстоятельства.

1. Результаты СГМ, ПК2 и КМ2 не дают НО достоверных данных об уровнях загрязнения воздуха от выбросов отдельно взятого ПП и не являются для НО достаточным основанием для принятия предусмотренных законодательством МР в отношении конкретного ПП при отклонении ФУ от санитарных норм. Соответственно, факты отклонения ФУ от санитарных норм не влекут для ПП риски дополнительных расходов на выполнение воздухоохранных мероприятий в целях исполнения требований природоохранного законодательства и связями ПК2 и КМ2 при анализе управления можно пренебречь.

2. екущие данные СГМ, показывающие отклонение ФУ от ЗУ, законодательство не определяет основанием для принятия НО мер по коррек-

ОБ АВТОРЕ:

НОВОСЕЛОВ АНДРЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ,
заместитель Министра экологии Челябинской области*

AUTHOR REVIEW:

NOVOSELOV ANDREI VASILJEVICH,
Deputy Minister of Ecology of the Chelyabinsk Region*

*Статья подготовлена по материалам доклада автора на XX Международном экологическом конгрессе «Атмосфера – 2018», 15-16 марта 2018 года, г. Санкт-Петербург

ровке НПДВ отдельным ПП или всем ПП одновременно. Следовательно, по управляемой величине ФУ управление разомкнуто и система состоит из множества однотипных подсистем управления загрязнением атмосферного воздуха от выбросов конкретного ПП (далее – подсистема). Декомпозиция структурной схемы Рисунок 1 изображена на Рисунок 2, где УВП – блок управления выбросами объекта управления ПП.

Структурная схема каждого блока УВП при допущении о том, что связями ПК2 и КМ2 пренебрегаем, будет иметь вид Рисунок 3.

Схемы Рисунок 2 и Рисунок 3 иллюстрируют следующее.

1. Вклад каждого ПП в загрязнение атмосферного воздуха ФУ_і существует физически, но инструментальные методы установления величины этого вклада в общем уровне загрязнения ФУ отсутствуют.

2. Законодательство не предусматривает установление (определение) НО каждому ПП заданного (допустимого) вклада в общее загрязнение воздуха ЗУ_і для проектирования НПДВ. Методы «расщепления» ЗУ = 1 ПДК на ЗУ_і отсутствуют. ПП разрабатывают НПДВ самостоятельно, исходя из санитарных норм, и обязаны применять метод фоновых концентраций для учета влияния других ПП, включая транспортные средства. Технические нормативы выбросов для транспортных средств устанавливаются без учета мест (населенных пунктов, автомагистралей) и режима их эксплуатации.

Отметим, что значения ЗУ_і, которые фактически были приняты ПП при проектировании НПДВ, могут быть определены расчетом рассеивания установленных НПДВ. Оценка вклада транспортных средств также выполняется расчетом рассеивания выбросов от передвижных источников.

3. Отклонение ФВ в сторону превышения от НПДВ законодательство определяет достаточным основанием для принятия МР в отношении конкретного ПП и факты отклонения ФВ от НПДВ влекут для ПП дополнительные расходы на выполнение воздухоохраных мероприятий в целях исполнения требований природоохранного законодательства. Инструментальные методы определения ФВ существуют, связи КМ1 и ПК1 работают эффективно, ПП заинтересованы обеспечить ФВ в пределах НПДВ для исключения выявления НО фактов отклонения ФВ от НПДВ и последующих финансовых и репутационных издержек.

Таким образом, каждая подсистема имеет следующие особенности функционирования:

1. Конкретный ПП является объектом управления в части управления его выбросами и при этом ПП самостоятельно проектирует для себя управляющее воздействие в виде НПДВ, а также управляющее воздействие в виде допустимого вклада в загрязнение воздуха (допустимого вклада в концентрацию ЗВ (группы ЗВ) в атмосферном воздухе) ЗУ_і на подсистему управления качеством воздуха от его выбросов в целом. В целях снижения своих экологических рисков менее затратным, нежели выполнение воздухоохраных мероприятий, способом ПП имеет возможность завышать НПДВ и, соответственно, завышать ЗУ_і:

■ процедура нормирования выбросов не включает установление каждому ПП значения его допустимого вклада в загрязнение атмосферного воздуха ЗУ_і,
процедура нормирования выбросов не включает проверку суммы заданных всем ПП значений ЗУ_і,

■ методы измерения фактического вклада в загрязнение атмосферного воздуха ФУ_і одного из ПП в суммарное загрязнение атмосферного воздуха ФУ отсутствуют.

2. Действующие механизмы управления обеспечивают управление величиной ФВ в пределах НПДВ.

3. Механизмы управления величиной фактического вклада в загрязнение атмосферного воздуха ФУ_і отдельного природопользователя ПП в общее фактическое загрязнение воздуха ФУ отсутствуют.

Свойства подсистем определяют характеристики системы в целом:

РИСУНОК 2. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (ДЕКОМПОЗИЦИЯ)

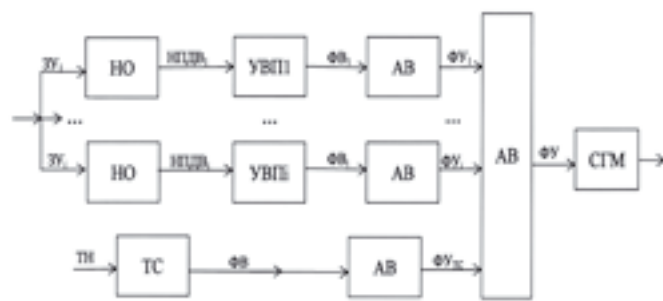
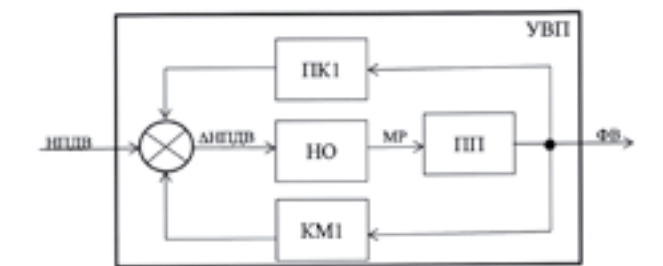


РИСУНОК 3. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫБРОСАМИ ПП



1. Экологические риски ПП велики при отклонении ФВ от НПДВ в сторону превышения.

2. Экологические риски ПП отсутствуют или минимальны при установлении фактов не соответствия (превышения) ФУ санитарным нормативам.

3. Методики установления природопользователям их допустимого вклада в общее загрязнение атмосферного воздуха в жилой застройке (допустимого вклада в концентрацию ЗВ (группы ЗВ) в атмосферном воздухе, далее именуется – квоты концентраций), то есть методики «расщепления» ЗУ = 1 ПДК на ЗУ_і из условия $\sum ЗУ_і = 1$ ПДК по всем ЗВ, отсутствуют.

4. Требования к проверке расчетного уровня загрязнения атмосферного воздуха от совокупного рассеивания нормативных выбросов ПП, получивших НПДВ и технические нормативы выбросов и осуществляющие деятельность в данном населенном пункте, в законодательстве отсутствуют.

Перечисленные характеристики обуславливают движение системы, в результате деятельности ПП по снижению своих экологических рисков наиболее рациональным способом в рамках законодательства, в область высоких заданных уровней загрязнения атмосферного воздуха. Увеличение санитарных нормативов по отдельным ЗВ увеличивает скорость «дрейфа».

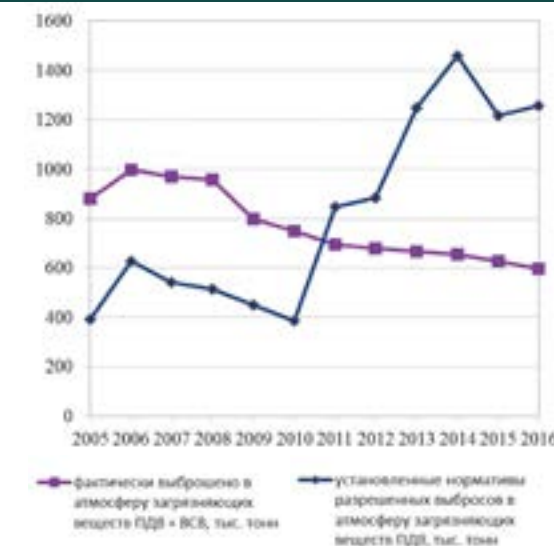
Механизмы, направляющие «дрейф» системы в область определенного законодательством баланса интересов всех заинтересованных сторон и удерживающие её в этой области, отсутствуют: НО не имеют необходимых инструментов, участие населения в процедурах нормирования и управления экологическими рисками проживания на территориях с высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха не предусмотрено.

Таким образом, эффективное управление величинами выбросов отдельных ПП (управление «по выбросам») не обеспечивает эффективное управление суммарными уровнями загрязнения атмосферного воздуха. Загрязнение воздуха в действующей системе управления является производной от выбросов, но не управляемой величиной.

Согласно статистическим данным, совокупные нормативы ПДВ предприятий Челябинской области составляли в 2005 году 392,5 тыс.тонн в год, в 2016 году – 1256,2 тыс.тонн в год. Фактические выбросы от стационарных источников в Челябинской области в 2005 году составляли 879,7 тыс.тонн, в 2016 году – 597,5 тыс.тонн, т.е. за 10 лет предприятия области смогли создать более чем двукратный «запас» по выбросам (Рисунок 4), величина общих разрешенных выбросов практически не изменились (Рисунок 5).

По состоянию на 1 февраля 2018 года в базу данных о стационарных источниках города Челябинска были введены данные о стационарных источниках 129 наиболее крупных предприятий города. Расчетные уровни загрязнения атмосферного воздуха в жилой застройке города, полученные в результате сводного расчета рассеивания нормативных выбросов этих предприятий

РИСУНОК 4. ВАЛОВЫЕ ВЫБРОСЫ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ



(без учета выбросов от автомагистралей), значительно превышают санитарные нормативы по 36 веществам из 157 учтенных в сводных расчетах.

Это означает, что в системе Рисунок 1 величина входного воздействия ЗУ по нескольким ЗВ составляет несколько ПДК и значение выхода системы ФУ будет, соответственно, варьироваться в пределах этих же нескольких ПДК случайным образом в зависимости от совокупного режима работы всех ПП, выбросы каждого из которых остаются в пределах НПДВ.

Корреляция динамики индексов промышленного производства и загрязнения атмосферного воздуха Челябинска на Рисунок 6 очевидна.

Продолжение функционирования действующей модели управления «по выбросам» влечет, по мнению автора, развитие следующих негативных процессов:

1. Продолжение на неопределенный срок неуправляемого загрязнения атмосферного воздуха в промышленных городах.

2. Рост недоумения граждан отсутствием положительных результатов экологической политики органов управления.

3. Рост недоверия граждан к принимаемым органами управления всех уровней мерам по снижению загрязнения атмосферного воздуха и выталкивание общественной мысли в поиск «быстрых» радикальных мер.

4. Экологический застой промышленных предприятий.

5. Рост фискальной нагрузки и административного давления на ПП как реакция НО на настроения граждан в отсутствии эффективных механизмов влияния на ситуацию.

В целях преодоления негативных тенденций необходимо дополнить управление новыми инструментами и переходить от управления «по выбросам» к управлению «по конечному результату», т.е. к управлению непосредственно уровнями загрязнения атмосферного воздуха в жилой застройке:

1. Внести в законодательство положения о создании сводных расчетов рассеивания выбросов ЗВ (далее – сводные расчеты) и их применении при нормировании выбросов в промышленных городах, в том числе для определения квот концентраций ЗВ в жилой застройке от выбросов ПП, включая выбросы транспортных средств.

2. Дополнить законодательство мерами административного воздействия за превышение установленных ПП квот концентраций ЗВ в жилой застройке.

Предложения об изменении действующей модели управления качеством атмосферного воздуха внес Губернатор Челябинской области Б.А. Дубровский на заседании Государственного совета РФ 27 декабря 2017 года по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений»:

«Предлагается оценивать совокупное воздействие всех источников загрязнения в городе, проводить сводный расчёт предельно допустимых выбросов и на его основании определять допустимый вклад каждого источника в формирование нормативного качества воздуха в жилой зоне. Этот вклад, квота станет основой для принятия предприятиями конкретных программ и технологических решений. Их результатом должен стать темп уменьшения загрязнения в городской черте.

Одновременно квота определяется для транспортных потоков. Ответственность за её обеспечение ляжет на муниципалитеты и региональные власти. Они должны определить свои инструменты влияния, а это прежде всего направление развития общественного транспорта, переход на экологически безопасные транспортные средства, современные градостроительные решения для регулирования мощности транспортных потоков.

Эффективность такого управления легко определяется по тому, насколько снижается

концентрация вредных веществ в воздухе жилых зон. Необходимые данные для управленческих решений дадут уже существующие системы мониторинга Росгидромета и Роспотребнадзора. Основным показателем результативности этой совместной деятельности станет степень удовлетворения общественного запроса на чистый воздух, а это уже можно считать индикатором устойчивого развития.

В докладе предлагается включить эти инструменты, а именно, перечислю их: сводный расчёт загрязнения, квоты концентрации загрязняющих веществ, мониторинг в жилых зонах – как основу управленческих решений в действующие законодательные и нормативно-правовые акты. Это даст возможность максимально предметно ставить задачи перед органами власти и промышленными предприятиями. Предлагаю определить пилотные регионы для отработки предложенных мер и сразу скажу, что Челябинская область готова стать таким регионом. При этом мы ожидаем, что это придаст новый импульс нашему развитию.»

Президент Российской Федерации В.В. Путин по итогам Государственного совета РФ дал поручения Правительству Российской Федерации внести в законодательство Российской Федерации изменения, направленные на снижение выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и предусматривающие в том числе разработку и утверждение порядка выполнения сводных расчётов загрязнения атмосферного воздуха и их применения при нормировании выбросов вредных (загрязняющих) веществ, включая использование системы квотирования таких выбросов.

В 2017 году по результатам расчета рассеивания нормативных выбросов 57 предприятий Челябинска (без учета выбросов от автомагистралей) Министерством экологии Челябинской

области была выполнена оценка квот концентраций (допустимого вклада каждого источника в формирование нормативного качества воздуха в жилой зоне) методом пропорционального уменьшения вклада каждого из источников, который влияет на загрязнение воздуха в выбранной точке, таким образом, чтобы суммарное загрязнение не превышало 1 ПДК. Точки выбирались с учетом мест производственного контроля согласно проектам ПДВ. Квоты концентраций были пересчитаны в значения новых нормативов ПДВ в предположении, что параметры источников остаются неизменными. Расчеты показали необходимость перенормирования для 21 предприятия.

Переход от управления «по выбросам» к управлению «по конечному результату» обеспечивается минимальными и понятными дополнениями структуры управления:

- необходимо реализовать функцию определения и доведения до каждого ПП квот концентраций от выбросов данного ПП – как исходных данных для проектирования НГДВ;
- необходимо реализовать функцию распределения тех превышений санитарных нормативов качества атмосферного воздуха, которые фиксирует СГМ, между ПП в соответствии с распределением квот концентраций.

Структурная схема системы управления, реализующая модель управления уровнями загрязнения воздуха в жилой застройке, будет иметь вид Рисунок 7, где УК – установление квот концентраций ЗВ от выбросов ПП в жилой застройке по результатам сводных расчетов.

Текущие данные СГМ, показывающие отклонение ФУ от ЗУ, используются для контроля концентраций вредных веществ в воздухе жилых зон в результате выполнения ПП воздухоохраных мероприятий.

По результатам сводных расчетов квоты концентраций будут установлены всем ПП, выбросы которых формируют загрязнение воздуха в точке наблюдения, и общая величина измеренного фактического загрязнения атмосферного воздуха ФУ легко «расщепляется» на ФУ_i, т.е. на величины вкладов каждого ПП_i в фактическое загрязнение атмосферного воздуха, пропорционально величинам установленных квот концентраций ЗУ_i. Соответственно структурная схема управления уровнями загрязнения воздуха в жилой застройке от выбросов отдельно взятого ПП_i будет иметь вид, аналогичный Рисунок 7.

Замыкание системы управления качеством атмосферного воздуха по управляемой величине ФУ на основе установления и контроля квот концентраций ЗУ_i обеспечит поэтапное снижение выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух до величины, при которых загрязнение воздуха в жилой застройке от выбросов конкретного ПП_i стремится к величине установленной для этого ПП квоты концентраций ЗУ_i, а общее загрязнение всех источников выбросов стремится к величине входного воздействия ЗУ = 1 ПДК.

Кроме того, управление уровнями загрязнения воздуха в жилой застройке создает условия для развития следующих процессов:

- 1.** Торговли квотами концентраций и кооперации ПП с квотами концентраций на одинаковые ЗВ для сокращения расходов на воздухоохраные мероприятия.
- 2.** Распределения квот концентраций на основе баланса интересов населения и ПП по результатам совместного обсуждения ПП, представителей населения и органов власти значений квот концентраций, возможных мероприятий и сроков их достижения конкретными ПП.
- 3.** Повышения эффективности надзорной деятельности за счет получения от СГМ данных, достаточных для контроля исполнения конкретными ПП мероприятий по достижению квот концентраций, без проведения специальных проверочных мероприятий.
- 4.** Снижения фискальной нагрузки на ПП.

Следует ожидать развития СГМ как основного источника данных о результатах экологической политики конкретных ПП, органов муниципальной и государственной власти, а также роста доверия граждан к экологической политике ПП и органов власти по результатам участия представителей населения в распределении и мониторинге темпов достижения квот концентраций.

РИСУНОК 5. НОРМАТИВНЫЕ ВЫБРОСЫ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ



*В 2017 году индекс производства за 11 месяцев

РИСУНОК 6. ИНДЕКСЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (ИЗА) ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

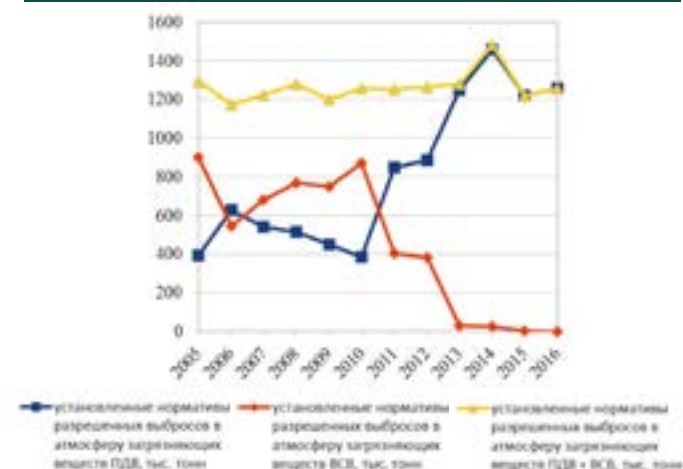
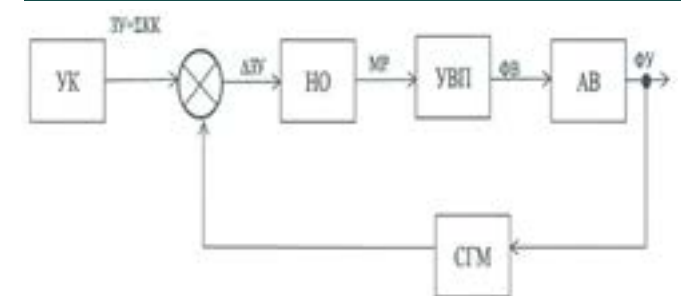


РИСУНОК 7. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЯМИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ



К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ON THE QUESTION OF WASTE PROCESSING WITH CONVERSION INTO CONSTRUCTION MATERIALS AT THE MINING AND METALLURGICAL COMPANY IN THE MURMANSK REGION

[Авторы: Д.В. Макаров, О.В. Суворова, Р.Г. Мелконян]

ВВЕДЕНИЕ

Проблема экологической безопасности при добыче и обогащении минерального сырья остро стоит во всем мире. В России она имеет свою специфику, обусловленную использованием относительно бедного минерального сырья. Специфическим является и географическое положение отечественной минерально-сырьевой базы – значительная часть промышленных месторождений расположена в районах Арктической зоны Российской Федерации (АЗ РФ). Огромные объемы накопленных отвалных пород и хвостов обогащения создают серьезные экономические и экологические проблемы в районах с развитым горно-металлургическим комплексом (ГМК). Поддержание отвалов вскрышных пород и шлаков, хвосто- и шламохранилищ требует значительных капитальных и материальных затрат, на длительное вре-

мя значительные площади земель выводятся из хозяйственного оборота. Большие объемы перемещенной горной массы нарушают сложившееся геологическое равновесие, выбросы газа и пыли при добыче полезных ископаемых, пыление отвалов и хвостохранилищ, попадание реагентов и тяжелых металлов в природные поверхностные и подземные воды отрицательно влияют на окружающую природную среду и здоровье человека. Особенно опасно подобное негативное воздействие на экосистемы районов Крайнего Севера.

Мурманская область, на территории которой действует Кольская опорная зона развития Арктики, наряду с Красноярским краем (Таймыро-Туруханская опорная зона) является регионом с крупнейшими предприятиями минерально-сырьевого комплекса АЗ РФ и страны в целом. Она обеспечивает преобладающую часть потребности

России в фосфатных рудах, флогопите и вермикулите, циркониювом сырье (бадделеите), ниобии, тантале, редкоземельных металлах. Кроме этого ведется добыча никеля, меди, кобальта, нефелинового и керамического сырья, железных и хромовых руд, облицовочного камня и строительных материалов. На базе разведанных месторождений действуют горно-обогатительные предприятия, являющиеся градообразующими для городов Апатитов, Кировска (КФ АО «Апатит», ЗАО «СЗФК»), Заполярного, Никеля, Мончегорска (АО «Кольская ГМК»), Оленегорска (АО «Олкон»), Ковдора (АО «Ковдорский ГОК», ООО «Ковдорслюда»), пос. Ревда (ООО «Ловозерский ГОК»), в которых проживает треть населения области. Продукция ГМК составляет свыше 60% промышленного производства региона.

В процессе деятельности предприятий ГМК в Мурман-

ской области ежегодно складывается более 150 млн т. отходов, общий объем которых к настоящему времени достиг около 8 млрд тонн [1]. Из этого объема забалансовые и попутные руды, уложенные в отвалы – 2.4%, породы вскрыши и проходки (скальные и моренные) – 72.4%, хвосты обогащения – около 24%, остальное составляют шлаки и золы (до 1.5%).

В целом из накопленных на территории России отходов почти две трети приходится на отходы ГМК [2].

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ГМК В СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

С учетом огромных объемов отходов ГМК, основным их потребителем может быть строительная отрасль как наиболее материалоемкая. Как известно, в мире ежегодно добываются сотни миллионов тонн песка, глины, известняка и других видов нерудного сырья для производства строительных материалов. Как правило, такого рода сырье разрабатывается в небольших по глубине карьерах, что приводит к нарушению и выведению из хозяйственного оборота больших площадей земель и нарушению сложившегося экологического равновесия [3].

Утилизация отходов в строительные материалы направлена на решение экологических проблем региона, улучшение жилищных условий населения, создание до-

полнительных рабочих мест. При получении строительных материалов из вторичного сырья экономическая эффективность будет заключаться в снижении платы за сырье и предотвращенном экологическом ущербе. Применение вторичного сырья снизит потребность в первичных минерально-сырьевых ресурсах, упадет необходимость в специализированных карьерах по разработке нерудных полезных ископаемых, нарушении природных ландшафтов и т.д.

В настоящее время актуальной технологической и экономической проблемой является получение композиционных строительных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками. В частности, в современных условиях материалы должны обладать одновременным сочетанием конструктивных и эксплуатационных свойств: высокой прочностью при малой плотности, стабильной теплопроводностью, долговечностью, химической и биологической устойчивостью, и пожаробезопасностью. Разрабатываемые строительные материалы должны обеспечивать высокую энергоэффективность зданий и сооружений в холодном климате регионов АЗ РФ. Особенно важно с эколого-экономической точки зрения использование при получении строительных материалов вторичного сырья.

Отметим, что объем складываемых отходов ГМК соизмерим с потребностью промышленности строительных

материалов в минеральном сырье. Переработке вторичного сырья за рубежом придается огромное значение [4-6 и др.].

Отечественными учеными также были разработаны научные и практические основы ресурсосберегающих технологий производства различных эффективных строительных материалов с использованием техногенного сырья, намечены пути экономии материальных и энергетических ресурсов [7-9 и др.].

Однако с сожалением следует отметить, что в настоящее время в России используется не более 10-12% отходов ГМК. Анализ причин низкого вовлечения вторичного сырья в переработку показал, что более 90% отходов существенно отличаются от традиционного сырья по минеральному и химическому составу, физико-химическим и технологическим свойствам [3]. Одним из наиболее существенных отличий является присутствие в составе отходов минералов и элементов-примесей, не характерных для традиционного минерального сырья. Второе существенное отличие вторичного сырья от традиционного сырья индустрии строительных материалов – высокая степень изменчивости их химического, минерального состава, физико-химических и технологических свойств [3, 10 и др.]. Для устранения или сглаживания неоднородности состава и свойств отходов ГМК применяются различные технологические приемы. Ряд таких приемов позволяет оперативно управлять процесса-

АННОТАЦИЯ: Представлены результаты исследований по утилизации отходов предприятий горно-металлургического комплекса Мурманской области в производстве стекла, керамических и гиперпрессованных материалов. Утилизация крупнотоннажных промышленных отходов в строительные материалы экономически эффективна и направлена на решение экологических и социальных проблем.

ABSTRACT: Findings of research on waste utilization from the enterprises of the Mining and Metallurgical Company in the Murmansk region on the production of glass, ceramics and hyper-pressed materials

have been presented. The utilization of large-capacity industrial waste into construction materials is a cost-effective technology and is aimed at solving environmental and social problems.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: отходы горно-металлургического комплекса, стекла и стеклокристаллические материалы, керамика, гиперпрессованные материалы

KEYWORDS: mining and metallurgical company waste, glass and glassy-crystalline materials, ceramics, hyper-pressed materials.

ОБ АВТОРАХ:

МАКАРОВ ДМИТРИЙ ВИКТОРОВИЧ, доктор технических наук, доцент, директор, Институт проблем промышленной экологии Севера, ФИЦ «Кольский научный центр РАН», Апатиты, makarov@inep.ksc.ru

СУВОРОВА ОЛЬГА ВАСИЛЬЕВНА, Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, ФИЦ «Кольский научный центр РАН», Апатиты, suvorova@chemy.kolasc.net.ru

МЕЛКОНЯ РУБЕН ГАРЕГИНОВИЧ, доктор технических наук, профессор, Горный институт НИТУ МИСиС, Москва

AUTHOR'S REVIEW:

MAKAROV DMITRIJ, doctor of Science, Associate Professor, Director, Institute of North Industrial Ecology Problems, Subdivision of the Federal Research Center Kola Science Center of the RAS, Apatity, makarov@inep.ksc.ru

SUVOROVA OLGA, candidate of Engineering, Senior Researcher, I.V. Tananaev Institute of Chemistry and rare elements and mineral raw materials technology, Subdivision of the Federal Research Center Kola Science Center of the RAS, Apatity, suvorova@chemy.kolasc.net.ru

MELKONYN RUBEN, Doctor of Science, Professor, Mining Institute NUST MISIS, Moscow

ми переработки техногенного сырья. Рассмотрим методы получения стекол, стеклокристаллических, керамических и гиперпрессованных строительных материалов из отходов ГМК предприятий Мурманской области, разработанные исследователями ФИЦ Кольский научный центр РАН.

ПОЛУЧЕНИЕ СТЕКОЛ И СТЕКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Для обеспечения управления качеством вторичного сырья и параметрами технологического процесса установлены и математически описаны взаимосвязи состава вторичного сырья и ряда важнейших технологических свойств – температуры полного плавления, вязкости при заданной температуре, растворимости в расплаве ком-

понентов, инициирующих ликвацию, химической стойкости получаемых материалов [11-13]. Это позволяет оперативно регулировать технологические параметры и организовать управление процессами варки, осветления и выработки расплавов и отжига готовых изделий при получении высококачественного минерального волокна, стекла и стеклокристаллических материалов, в том числе – со специальными свойствами (декоративных, кислото- и щелочестойких, термостойких и др.). Это позволило оптимизировать расходы корректирующих добавок при непостоянстве состава техногенного сырья, снизить процент выхода брака в готовой продукции, автоматизировать процессы варки, осветления и выработки расплавов и отжига готовых изделий.

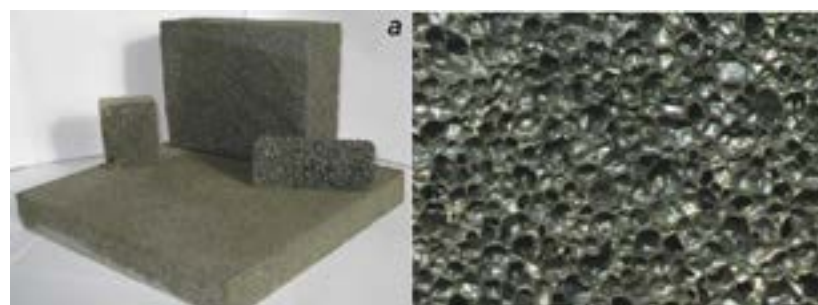
Так, были разработаны составы декоративных стекол и стеклокристаллических материалов. Они могут применяться как декоративно-облицовочные для отделки помещений, украшения интерьеров, при изготовлении цветных витражей. Для материалов характерна широкая цветовая гамма бежевых, медовых, коричневых, белых, голубых, сиреневых оттенков, узорчатый рисунок, создающий эффект имитации природных камней – агата,

яшмы, огненно-полированная поверхность (Рисунок 1). Получены стекла с авантюриновым эффектом. Материалы хорошо поддаются шлифовке и полировке. Кроме того, стеклокристаллический материал отличается высокими физико-химическими свойствами (кислото-, щелоче- и водостойкость, термостойкость). Сырьем для производства декоративных стекол и стеклокристаллического материала служат различные горнопромышленные отходы – вскрышные породы (карбонатиты, керамические пегматиты, плагиопегматиты, кварц), стеклобой, а также некоторые побочные продукты обогащения минерального сырья, например, нефелиновый и титанитовый (сфеновый) концентраты.

Материалы пригодны для выработки всеми методами стеклового производства, включая выдувание. Доступность и невысокая стоимость исходного минерального сырья способствуют организации крупномасштабного производства, которое не требует сложного оборудования: для выпуска крупных партий могут быть использованы применяемые промышленные плавильные и отжиговые печи.

В современном промышленном и гражданском строительстве все большее значение приобретают теплоизоляционные материалы, способные эффективно выполнять свои функции по экономии энергетических ресурсов. В наибольшей степени всему комплексу предъявляемых требований по своим теплофизическим, противопожарным и эксплуатационным показателям удовлетворяют пеноматериалы – пеностекло и пенокерамика [14]. На основе отходов и побочных продуктов переработки апатито-нефелиновых и эвдиалитовых руд получены эффективные теплоизоляционные блочные и гранулированные пеноматериалы (Рисунок 2), которые могут найти применение при строительстве и реконструкции промышленных и гражданских зданий [15].

РИСУНОК 2. ВНЕШНИЙ ВИД ПЕНОБЛОКОВ (А) И СТРУКТУРА МАТЕРИАЛА (Б)



Как известно, г. С. и Р.Г. Мелконянами впервые в стекольной промышленности предложена замена сухого способа приготовления шихты на «мокрый способ», т.е. на перемешивание растворов или суспензий стеклообразующих компонентов [16]. На основе каназитового сырья были получены различные строительные материалы, в частности, пеностекла, пеноматериалы, ситаллы, керамические плиты. Разработаны новые декоративно-облицовочные материалы широкой гаммы цветов без применения красителей на основе различных видов отходов производства [17]. В этой связи, аморфный кремнезем, являющийся крупнотоннажным побочным продуктом кислотной переработки ряда концентратов (например, нефелинового, эвдиалитового и ряда других) может найти применение для получения стекловых шихт типа «Каназит» гидротермальным способом в водной среде. Необходимы научные исследования и опытно-промышленные испытания технологии с использованием данного вторичного сырья.

КЕРАМИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КОМПРЕССИОННОГО ФОРМОВАНИЯ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРВИЧНОГО СЫРЬЯ

Теоретически и экспериментально обоснована возможность получения керамических строительных материалов с повышенными

физико-механическими показателями, высокой морозостойкостью и улучшенными декоративными характеристиками на основе хвостов обогащения предприятий Мурманской области – медно-никелевых руд АО «Кольская ГМК», железных руд АО «Олкон» и апатито-нефелиновых руд КФ АО «Апатит» (Рисунок 3).

Методами рентгенофазового анализа, оптической и сканирующей электронной микроскопии зафиксировано образование новых стеклообразных и кристаллических фаз при спекании керамики [18].

Для смеси состава: хвосты обогащения медно-никелевых руд – 40%, апатито-нефелиновых руд – 40%, железных руд – 20% исследовано влияние температуры обжига 900-1100 оС и давления прессования 20-150 МПа на свойства керамических материалов. Для данной композиции определены основные параметры формования и обжига, получены следующие зависимости:

1. С ростом температуры обжига увеличивается прочность образцов при сжатии и изгибе, объемная плотность и огневая усадка, снижается водопоглощение.

2. С увеличением давления прессования растет прочность образцов при сжатии, прочность при изгибе растет у образцов, полученных обжигом при температуре 1000°С и выше (Рисунок 4).

3. С увеличением давления прессования растет объемная плотность образцов.

РИСУНОК 3. ОБРАЗЦЫ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ



Для образцов, полученных обжигом при 900-1000°С, существенный рост объемной плотности наблюдается при увеличении давления прессования с 20 до 50 МПа.

4. С увеличением давления прессования огневая усадка снижается. Минимальную огневую усадку при температурах обжига 900-1000°С можно получить при давлении прессования 50 МПа и выше.

5. Водопоглощение снижается с ростом давления прессования при любых исследованных температурах обжига образцов.

Образцы, обожженные при 1050 и 1100°С, в диапазоне компрессионного формования 20-150 МПа по физико-механическим свойствам, водопоглощению и морозостойкости соответствуют клинкерной керамике.

Сочетание технологии компрессионного формования и использование гранулированных пресс-порошков обеспечивает достаточную морозостойкость образцов (50 и более циклов), обожженных при 900 и 950°С, перспективного материала для качественных полнотелого и пустотелого кирпича.

ПОЛУЧЕНИЕ ГИПЕРПРЕССОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ РУД ПРЕДПРИЯТИЙ ГМК МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Гиперпрессование (трибопрессование) – метод получения строительных материалов путем взаимного трения мелкодисперсных частиц веще-

РИСУНОК 1. ДЕКОРАТИВНЫЕ СТЕКЛА ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ



РИСУНОК 4. ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ И ИЗГИБЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ОБОЖЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОТ ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ

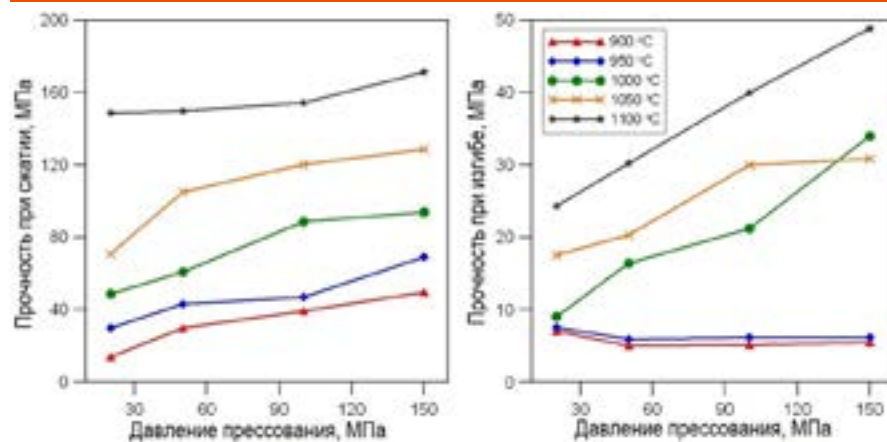


ТАБЛИЦА. СОСТАВЫ ПРЕССМАСС

Компоненты	Содержание, %			
	Состав 1	Состав 2	Состав 3	Состав 4
Отходы обогащения	94	92	89	85
Цемент	6	8	11	15
Вода, сверх 100%	8	8	8	8

ства под высоким давлением и когезии между ними. В присутствии портландцемента необходимые давления прессования и глубина помола резко уменьшаются. Количество вяжущих в зависимости от вида и марки изделия составляет от 6 до 20%. Приготовленные изделия выдерживают на складе в течение 3-5 суток, за это время они набирают 60-70% от конечной прочности. Время полного созревания изделий составляет 28 суток. Смесь для изготовления изделий состоит из трех компонентов: основное сырье (отходы горнопромышленного комплекса), портландцемент (марки от 300 до 500), пигмент и вода.

В качестве потенциального техногенного сырья для такого производства в Мурманской области рассмотрены хвосты обогащения апатит-нефелиновых руд; железистых кварцитов; вермикулитовых и медно-никелевых руд. В таблице представлены составы масс, из которых изготавливали кубики с ребром 40 мм. Давление прессования изменяли от

100 до 300 МПа. Использовали обычное твердение и твердение во влажных условиях. Определяли прочность при сжатии, изгибе, плотность, водопоглощение, морозостойкость и теплопроводность материалов после 28 суток твердения, а также после полугода, года и двух лет нахождения образцов в естественных условиях под воздействием природных факторов: влажность, осадки, изменения температуры, процессы замораживания – оттаивания, воздействие солнечных лучей.

Вредные компоненты и примеси для получения гиперпрессованных материалов можно разделить на снижающие прочность и долговечность и на ухудшающие качество поверхности и вызывающие коррозию цементного камня. С учетом состава хвостов обогащения руд предприятий ГМК Мурманской области исследованы взаимодействия в модельных системах: нефелин – портландит, апатит – портландит, вермикулит – порт-

ландит, что позволило обосновать возможность получения гиперпрессованных строительных материалов из отходов обогащения апатит-нефелиновых, вермикулитовых и железных руд [19].

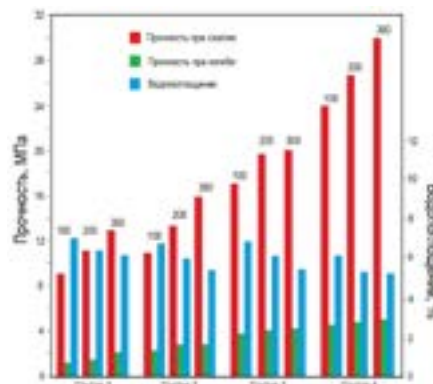
Внешний вид полученных материалов с использованием различных пигментов представлен на Рисунок 5. На Рисунок 6 в качестве примера представлены свойства гиперпрессованных строительных материалов из отходов обогащения железистых кварцитов. С учетом ведущихся работ по переработке отходов обогащения железных руд магнитной сепарацией и для обеспечения снижения теплопроводности материалов в ряде экспериментов использовали немагнитную фракцию хвостов обогащения.

Морозостойкость материалов всех использованных со-

РИСУНОК 5. ОБРАЗЦЫ ГИПЕРПРЕССОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ



РИСУНОК 6. ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ, ИЗГИБЕ И ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ГИПЕРПРЕССОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ ОТ ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ (100, 200 и 300 МПа)



ставов стабильно превышает 50 циклов, теплопроводность составляет 0.58 Вт/м.°С.

После 1 года нахождения материалов в естественных условиях под воздействием природных факторов наблюдается увеличение прочностных характеристик в среднем на 25-40%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растущие экологические проблемы промышленно развитых регионов страны, истощение традиционной сырьевой базы производства строительных материалов обуславливает вовлечение в производство вторичного (техногенного) сырья.

Представлены примеры возможностей успешного использования отходов предприятий ГМК Мурманской области, относящейся к регионам АЗ РФ: вскрышных пород, хвостов обогащения, попутных продуктов переработки руд и концентратов, стеклобоя для производства стекла и стеклокристаллических материалов, строительной керамики и изделий, полученных методом гиперпрессования.

Утилизация крупнотоннажных отходов ГМК в производстве стекла, стеклокристаллических, керамических и гиперпрессованных материалов направлена на решение экологических и социальных

проблем в регионе. Экономическая же эффективность использования отходов определяется тем, что техногенное сырье извлечено из недр и уложено в отвалы. В ряде случаев такое сырье уже измельчено до тонкодисперсного состояния.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-43-510364 р_а). Д.В. Макаров и О.В. Суворова посвящают данную статью светлой памяти замечательного человека, нашего соавтора – доктора технических наук, профессора Рубена Гарегиновича Мелконяна, с которым нас связывала многолетняя совместная работа и дружба.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мелконян Р.Г., Суворова О.В., Макаров Д.В. Использование техногенного сырья горных предприятий Мурманской области в производстве стекол и стеклокристаллических материалов // Физика и химия стекла. 2018. Т.44. №3. С.315-323.
2. Чантурия В.А., Чаллыгин Н.Н., Вигдергауз В.Е. Ресурсосберегающие технологии переработки минерального сырья и охрана окружающей среды // Горный журнал. 2007. № 2. С. 91-96.
3. Макаров В.Н. Экологические проблемы утилизации горнопромышленных отходов: в 2 ч. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. Ч.1. 132 с. Ч.2. 146 с.
4. Yang J.K., Liu W.C., Zhang L.L., Xiao B. Preparation of load-bearing building materials from autoclaved phosphogypsum // Construction and Building Materials. 2009. V.23. N2. P.687-93.
5. Yao Z.T., Ji X.S., Sarker P.K., Tang J.H., Ge L.Q., Xia M.S., Xi Y.Q. A comprehensive review on the applications of coal fly ash // Earth-Science Reviews. 2015. V.141. P.105-121.
6. P. Muñoz V., M.P. Morales O., V. Letelier G., M.A. Mendivil G. Fired clay bricks made by adding wastes: Assessment of the impact on physical, mechanical and thermal properties // Construction and Building Materials. 2016. V.125. P.241-252.
7. Волженский А.В., Иванов И.А., Виноградов Б.Н. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. М.: Стройиздат, 1984. 255 с.
8. Боженов П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. М.: Изд-во АСВ, 1994. 268 с.
9. Боженов П.И., Глибина И.В., Григорьев Б.А. Строительная керамика из побочных продуктов промышленности. М.: Стройиздат, 1986. 136 с.
10. Макаров В.Н., Гуревич Б.И., Кременецкая И.П., Суворова О.В., Тюкавкина В.В. Использование горнопромышленных отходов как сырья для производства строительных и технических материалов // Химия в интересах устойчивого развития. 1999. Т.7. №2. С.183-187.
11. Калинин В.Т., Макаров В.Н., Суворова О.В., Макарова И.В. Математическое описание некоторых свойств расплавов базальтового состава. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. 105 с.
12. Калинин В.Т., Макаров В.Н., Суворова О.В., Макарова И.В., Скиба В.И. Математическое описание зависимости вязкости от состава и температуры сульфидсодержащего базальтоидного расплава // Доклады РАН. 1998. Т.362. №3. С.357-358.
13. Суворова О.В., Мелконян Р.Г., Макарова И.В., Макаров Д.В. Возможности и перспективы использования отходов горнопромышленного комплекса для получения стекла и стеклокристаллических материалов // Экология промышленного производства. 2011. №1. С.54-60.
14. Мелконян Р.Г., Суворова О.В., Макаров Д.В., Манакова Н.К. Производство стеклообразных пеноматериалов: проблемы и решения // Вестник Кольского научного центра РАН. 2018. №1. С.133-156.
15. Суворова О.В., Манакова Н.К. Использование отходов и побочных продуктов переработки апатито-нефелиновых и эвдиалитовых руд для получения теплоизоляционных пеностеклокристаллических материалов // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2017. Т.20. №1. С.189-196.
16. Мелконян Р.Г. Аморфные горные породы и стекловарение. М.: НИИ Природа, 2002. 266 с.
17. Мелконян Р.Г., Макаров Д.В., Суворова О.В. Экологические проблемы использования техногенного сырья в производстве стекла и керамики. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2016. 224 с.
18. Suvorova O., Kumarova V., Nekipelov D., Selivanova E., Makarov D., Masloboev V. Construction ceramics from ore dressing waste in Murmansk region, Russia // Construction and Building Materials. 2017. V.153. P.783-789.
19. Суворова О.В., Кумарова В.А., Плетнева В.Е., Макаров Д.В., Мелконян Р.Г., Беляевский А.Т., Меньшиков Ю.П. Гиперпрессованные строительные материалы из отходов обогащения апатит-нефелиновых, вермикулитовых и железных руд // Экология промышленного производства. 2013. №4. С.12-17.

НОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НЕФЕЛИНА – ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ АПАТИТОВЫХ РУД

NEW APPLICATION OF NEPHELINE – THE MAIN COMPONENT OF WASTE FROM SEPARATION OF APATITE ORE

[Авторы: Б.С. Лисюк, Р.Г. Мелконян, А.А. Свитцов, В.В. Бабкин]

Проблема хибинского нефелина возникла одновременно с началом добычи апатитонепфелиновых руд на Кольском полуострове. Первая стадия переработки руды – ее флотационное разделение на апатитовую и нефелиновую составляющие – сразу определяет огромное количество твердых отходов фосфорного производства – так называемые хвосты апатитовой флотации (ХАФ), которые в начале разработки месторождений составляли около 15% добываемой руды, а сейчас уже превысили 40%.

Надо сразу отметить, что эти отходы представляют собой измельченную минеральную смесь, т.е. являются высоко технологически подготовленными для последующей химической переработки. ХАВ гидротранспортом направляются в отстойники – хвостохранилища, формируя рукотворные месторождения

техногенных нефелиновых песков (ТНП). Сегодня вблизи городов Кировск и Апатиты заскладировано более 1 млрд т нефелина.

О комплексной переработке и полезной утилизации ХАФ заговорили с первых же дней. Большой комплекс работ был проведен под руководством академика Л.Е. Ферсмана, цеха по переработке нефелина были построены на Волховском алюминиевом и Пикалевском глиноземном заводах. Исследования по новым методам утилизации проводились до конца прошлого века [1].

В качестве сырья для действующих заводов используется не ХАФ, а продукт их дополнительного флотационного обогащения – нефелиновый концентрат (НК). На примере этих продуктов рассмотрим химический состав минералов по стадиям процесса обогащения, вплоть до получения чистого нефелина (ЧН) (Рисунок 1).

Основная цель практически всех работ по переработке нефелина – получение глинозема как сырья для производства алюминия. Хотя в ЧН глинозема содержится только 32%, громадные запасы нефелина делают его надежным сырьевым ресурсом. Достаточно быстро была разработана щелочная технология разложения нефелина и реализована в промышленном масштабе на названных заводах. Эта технология так и остается единственной, внедренной в производство [2].

Обладая несомненными достоинствами в части комплексности утилизации сырья, технология не получила развития из-за многостадийности и громоздкости оборудования, высоких энергетических затрат (4 тонны условного топлива), очень большого выхода побочного продукта – цемента (соответственно, огромных потребностей в известняке) и очень высокой эмиссии углекислого газа (14 тонн на 1 тонну глинозема) (Рисунок 2).

Осознавая эти проблемы, многие исследователи пошли по пути кислотного вскрытия нефелина. Вследствие малой кристалличности нефелин легко реагирует с различными минеральными и органическими кислотами [3].

Более 40% по массе в нефелине приходится на кремнезем, который практически во всех кислотных технологиях переработки рассматривается как балласт, т.е. отход производства глинозема. Попытки выделить чистый кремнезем и найти ему применение предпринимались, но все ограничивалось лабораторным уровнем работ [4].

За последние 30 лет кремнезем стал ценнейшим исходным материалом для множества продуктов. Рыночная же конъюнктура совсем не благоволит к нефелину как к сырью для получения отдельных продуктов. Глинозем из нефелина для получения алюминия не будет более выгодным сырьевым ресурсом, пока в мире добывают бокситы, по крайней мере, новые заводы строить не будут. Все модификации кремнезема имеют свое происхождение из иных источников, которые вовсе не дефицитны. Азот-

ные удобрения могут быть только побочным продуктом в новой азотнокислой технологии вскрытия нефелина, которая, по вышеупомянутым причинам, осваиваться в ближайшем будущем вряд ли будет.

Хибинскому нефелину необходимо кардинально новое технологическое решение, лежащее в стороне от перечисленных проблем и продуктов. Такое решение возможно.

Строительная деятельность человечества началась тысячи лет назад. Но лишь с освоением кладочных и штукатурных строительных растворов люди смогли возводить здания и сооружения. Сначала это были вяжущие вещества – гипсовые и известковые, в которые для прочности добавляли вулканический пепел, топливную золу и измельченные шлаки.

Революционный шаг в строительстве был совершен в начале 19 века, когда англичане Д.Смит и Д.Аспидин получили первое композиционное известковое вяжущее повышенной водостойкости путем обжига известняка с глиной. Этот продукт до сих пор является главным в стро-

ительстве – портландцемент. К началу XXI века мировое производство клинкерных вяжущих превысило 2 млрд т.

Но на изготовление 1 т портландцемента требуется более 1 т известняка, 0,5 т глины и корректирующих добавок, 300 кг условного топлива, 100 квт-ч электроэнергии. При этом в окружающую среду выбрасывается 1 т CO₂, 10 кг окислов азота, до 50 кг пыли.

АННОТАЦИЯ: Предлагается технология получения нового вяжущего строительного материала – геополимерного бетона – из хвостов апатитовой флотации. Основной компонент ХАФ – нефелин, представляет собой природный алюмосиликат, содержащий также щелочные металлы.

Технология обеспечивает безотходную переработку ХАФ и основана на кислотном вскрытии сырья, отделении кислотонерастворимой фракции, электромембранном выделении кислоты и активации содержащихся в нефелине щелочей. Активация инициирует реакцию геополимеризации, т.е. отверждения вяжущего, кислота поступает в рецикл для повторного использования. Высокие потребительские свойства геополимера открывают широкие перспективы его использования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

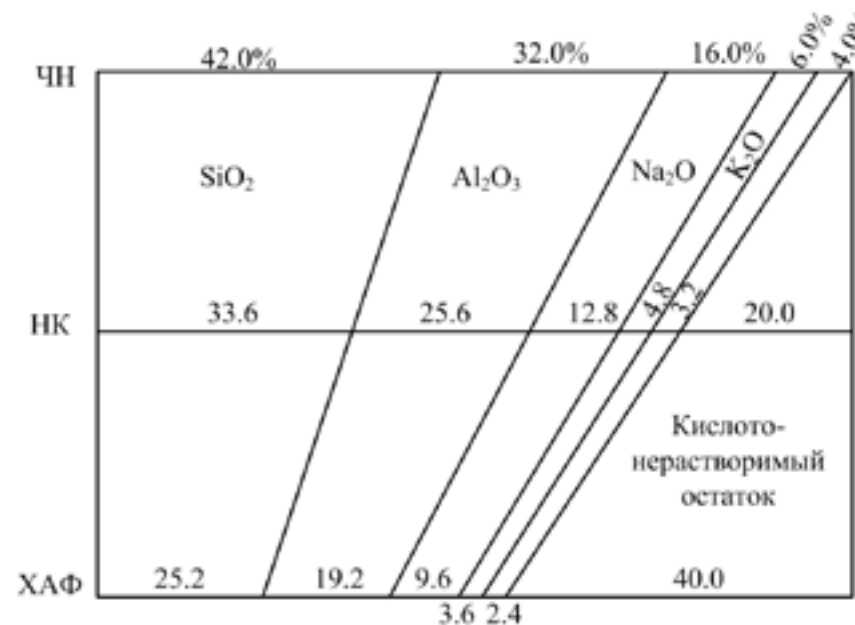
нефелин, геополимеры, электродиализ.

ABSTRACT: The technology of obtaining a new astringent building material – geopolymer concrete – from the tailings of apatite flotation (TAF) is proposed. The main component of TAF is nepheline, it is a natural aluminosilicate, which also contains alkali metals.

The technology provides for the non-waste processing of TAF and is based on acidic dissection of raw materials, separation of the acid-insoluble fraction, electromembrane separation of acid and activation of the alkalis contained in nepheline. Activation initiates a geopolymerization reaction, i.e. the acid is recycled for reuse. High consumer properties of the geopolymer open wide prospects for its use.

KEYWORDS: nepheline, geopolymers, electrodiagnosis.

РИСУНОК 1. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕФЕЛИНОВОГО СЫРЬЯ



ОБ АВТОРАХ:

ЛИСЮК БОРИС СТЕПАНОВИЧ, к.т.н., ООО «Мембранный центр», г. Москва, info@membranecenter.ru

МЕЛКОНЯН РУБЕН ГАРЕГИНОВИЧ, д.т.н., профессор, НИТУ «МИСиС», г. Москва

СВИТЦОВ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, к.т.н., доцент, РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва, tecoas@yandex.ru

БАБКИН ВАЛЕРИЙ ВЕНИАМИНОВИЧ, к.т.н., профессор, МИПХСЭ, г. Москва, bvv@amerop.ru

AUTHOR'S REVIEW:

LISYUK BORIS, PhD, Ltd Membrane Center, Moscow, info@membranecenter.ru

MELKONYAN RUBEN, PhD, Professor, MISiS, Moscow

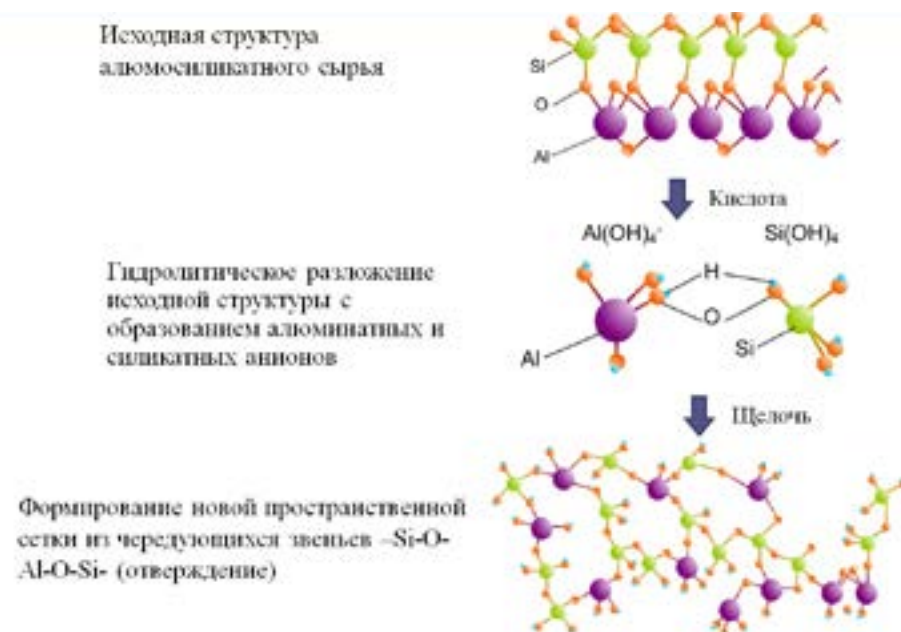
SVITTSOV ALEXEY, PhD, Associate Professor, Dmitry Mendeleev University, Moscow, tecoas@yandex.ru

BABKIN VALERY, PhD, Professor, IICPME, Moscow, bvv@amerop.ru

РИСУНОК 2. МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА ИЗ НЕФЕЛИНА (НЕ УЧТЕН РАСХОД КИСЛОРОДА ВОЗДУХА)



РИСУНОК 3. ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ МЕХАНИЗМ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ГЕОПОЛИМЕРОВ



Кроме того, портландцемент, очевидно, отстает по своим свойствам от современных требований строительства: недостаточная коррозионная стойкость, недолговечность бетонных изделий, низкая прочность.

Обширные работы ведутся во всем мире по повышению свойств клинкерных цементов. Это и применение различных нанодобавок для повышения водостойкости и прочности, и создание композиционных материалов для уменьшения доли клинкера в них, и оптимизация основной технологии клинкера для снижения энергетических затрат и газовых выбросов.

Но в последние несколько десятков лет во многих странах развивается принципиально новое направление – разработка, производство и применение активируемых щелочами алюмосиликатных гидравлических вяжущих, которые сегодня оцениваются как материалы будущего. Они уже сейчас лучше клинкерных вяжущих с позиций экологии, технологии и экономики. Для их получения не надо добывать и перерабатывать миллионы тонн известняков и глины, не надо строить гигантские механо- и энергоемкие предприятия, какими являются заводы портландцемента, можно забыть о проблеме газозачистки [5].

Геополимерный цемент уже давно является предметом бизнеса. Лидеры его производства – Австралия, Япония и Сингапур. В Европе в год производится десятки млн т безклинкерного цемента. С сожалением приходится констатировать, что в России производство геополимеров находится на начальной стадии, есть лишь несколько малочисленных научных групп в ВУЗах, развивающих эту тематику. А в 60-е годы прошлого века Советский Союз был в мировых лидерах. Идея внедрения безклинкерного цемента принадлежала профессору В.Д. Глуховскому из Киевского строительного института. В качестве кремний-

РИСУНОК 4. СОСТАВ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ И ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ СЫРЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ



алюминиевого сырья им был использован шлак доменного производства. Назвали бетон шлако-щелочным и в 1987 году из него в г. Липецке построили первый 20-ти этажный жилой дом [6].

Из технической литературы можно найти следующие примеры применения геополимерных бетонов [7, 8]:

- Балаклавская штольня для базы подводных лодок в г. Севастополе;
- волноломы на морском берегу в г. Одессе;
- противооползневые укрепления в г. Одессе;
- жилые дома до 15 этажей в г. Мариуполе;
- спецдорога для многотоннажных грузовиков в г. Магнитогорске;
- монолитные облицовки каналов в Польше;
- дорожные и аэродромные покрытия;
- туннели метрополитена и пр.

Нельзя утверждать, что окончательно установлен механизм межмолекулярного взаимодействия на стадиях процесса, но в общем виде он выглядит следующим образом (Рисунок 3) [9]:

Как установлено в исследованиях, не существует принципиальной разницы в механизме щелочного твердения при использовании алюмосиликатных материалов, имеющих различные состав и структуру. Отсюда и попытки использовать в качестве сырья отходы различных производств, как это делал В.Д. Глуховский 50 лет назад. Рассмотрим перечень уже испытанных материалов (Рисунок 4).

Нефелин относится к минералам, имеющим магматическое происхождение, и содержит в себе достаточно много щелочных металлов. Идея использовать нефелин как сырье для геополимеров основана на следующих обстоятельствах:

- соотношение алюминатных и силикатных компонентов в нефелине оптимальное;
- в своем составе нефелин содержит щелочные металлы, которые при соответствующей обработке превращаются в необходимые для отверждения щелочи;
- вскрытие нефелина, т.е. гидролитическое разложение химической структуры, легко осуществляется минеральными кислотами;
- диспергирования исходного алюмосиликатного сырья проводить не надо, поскольку нефелин уже находится в виде песка;
- кислотонерастворимые

примеси могут выполнять функцию силикатного песка при затворении бетона. При необходимости в качестве песка может быть добавлено исходное нефелиновое сырье.

Принципиальная блок-схема производства геополимерного бетона из нефелина выглядит следующим образом (Рисунок 5).

Стадия Регенерация кислоты – защелачивание раствора. Вывод кислоты из реакционной массы проводится мембранным методом электродиализа. Электродиализ начал активно развиваться в нашей стране в середине прошлого века, уже в шестидесятых годах было создано промышленное производство ионообменных мембран, которое успешно функционирует и в настоящее время в ОАО «Щекино-Азот» [10].

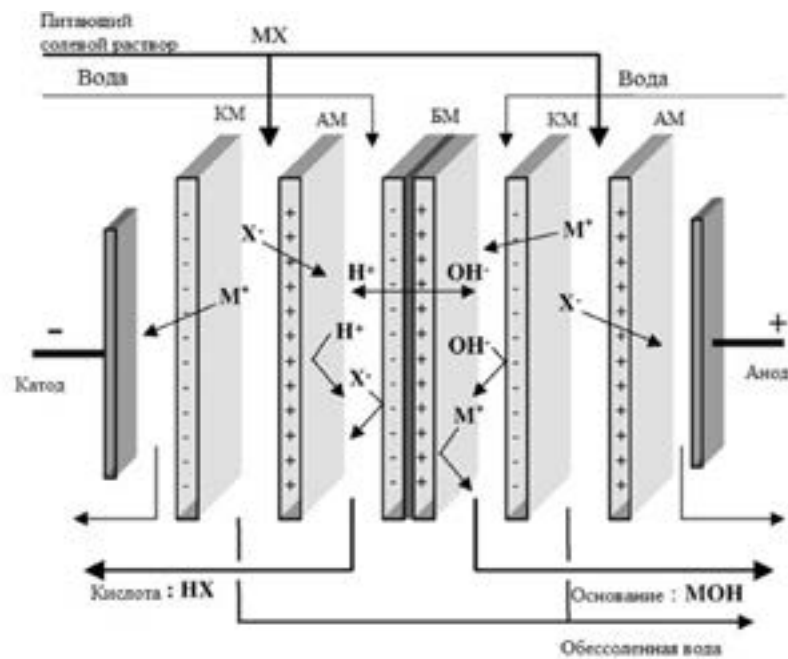
В отличие от баромембранных процессов – обратного осмоса и ультрафильтрации, где через мембрану переносится чистая вода, а растворенные компоненты ею задерживаются, в электродиализе через ионообменную мембрану под действием постоянного поля переносятся ионы растворенных электролитов, а обессоленная вода остается над мембраной.

Но если в дополнение к обычным ионитным мембранам аппарат снабдить так называемыми биполярными мембранами, возможности электродиализа удивительным образом расширяются. Это иллюстрируется рисунком, где показано, что электродиализ с биполярными мембранами позволяет не только обессоливать воду,

РИСУНОК 5. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕОПОЛИМЕРА ИЗ НЕФЕЛИНА



РИСУНОК 6. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА С БИПОЛЯРНЫМИ МЕМБРАНАМИ



но и собирать ионы по знаку заряда, получая на выходе отдельно кислоты и щелочи (Рисунок 6).

Таким образом, можно довести pH раствора до любого необходимого значения для начала реакции полимеризации и вернуть всю кислоту на стадию вскрытия нефелина.

Полимеризация и отверждение геополимера может проводиться на участке производства ЖБИ или непосредственно на строительстве,

где применяется монолитный бетон.

Геополимерные бетоны обладают следующими свойствами [11]:

- Прочность на сжатие – до 130 МПа (марка 1300).
- Высокий темп набора прочности – 20 МПа через 4 часа. До 30% за первые сутки.
- Усадка в процессе набора прочности – менее 0,05% (не измеряема).
- Морозостойкость до 1000 циклов – потеря прочности

после 180 циклов замораживания-размораживания – менее 5%.

- Высокая жаропрочность – до 1400 °С, против 300-400 °С у обычного бетона.

- Водопроницаемость – минимальная из-за минимального размера пор.

- Высокая химическая стойкость – в морской воде прочность со временем растет.

При успешной реализации проекта:

1. Появляется новый высококачественный строительный конструкционный материал со свойствами, превосходящими свойства традиционных материалов.

2. Производство нового материала – геополимерного бетона осуществляется без добавок и транспортировки известняков, а целиком на использовании уже имеющихся и постоянно обновляющихся промышленных отходов.

3. При получении геополимерного бетона нет термических стадий, а значит, не требуется большого количества топлива и энергии отсутствует огромная эмиссия углекислого газа.

4. Используя именно нефелин в качестве сырья, можно обеспечить производство собственными щелочами, а включив электролиз в технологическую цепочку – многократно использовать кислоту.



ЛИТЕРАТУРА:

Калинников В.Т., Николаев А.И., Захаров В.И. Гидрометаллургическая комплексная переработка традиционного титано-редкометаллического и алюмосиликатного сырья. Апатиты, 1999г. 255с.

Смирнов М.Н., Сизяков В.М. Комплексная переработка нефелиновых руд с получением глинозема, соды, поташа и цемента. Нефелиновое сырье, М.: Наука, 1978 г. С. 168-172.

Ферсман А.Е., Щербаков Д.И. Пути использования нефелина. Хибинские апатиты. Т. 4: Нефелиновый сборник. Л.: ГХТИ, 1932. С. 28-35.

А.Б. Янчилин. Получение и свойства аморфного кремнезема при сернокислотной переработке нефелинсодержащего сырья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук. 2002г. 149 с.

Шахов С.А., Ключникова Н.С. Геополимерные вяжущие: отличительные особенности и перспективы. Известия ВУЗов, Строительство. 2014г. №1. С. 18-25.

Абу Махади М.И., Безбородов А.В. Применение шлакощелочных вяжущих в строительстве. Вестник РУДН 2017 т.18, №2. С. 212-218.

Provis J., Van Deventer J. Geopolymers: Structure, Processing, Properties and Industrial Applications. – Woodhead Publishing Limited, UK, 2009. – 464 p.

Дуденков А.Г., Дуденкова М.С., Реджани А. Геополимерный бетон и его применение. Стройматериалы, оборудование, технологии XXI века. № 1-2 2018г. С.38-45.

Ерошкина Н.А., Коровкин М.О., Тымчук Е.И. Структурообразование геополимеров. Молодой ученый. №7. 2015г. С. 123-126.

А.А. Свитцов. Мембранные технологии в России. Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. №6 (42). 2011. С.56-62.

Эколого-экономический анализ геополимерных бетонных смесей. BFT International. Бетонный завод. 2012г. 56 с.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ

METHOD OF POTASSIUM HUMATE RECEIVING FOR RECULTIVATION OF DISTURBED TUNDRA SOILS

[Авторы: В.Н. Башкин, Р.В. Галиулин, А.О. Алексеев, Р.А. Галиулина, А.К. Арабский]

При техногенезе, и, в частности, при функционировании газовой промышленности на Крайнем Севере не исключается нарушение тундровых почв, когда они лишаются растительного покрова и верхнего плодородного слоя, в результате проезда техники, связанной с проведением геологоразведки, бурением скважин и обустройством промыслов. Чтобы избежать опустынивания ландшафтов, необходимо принять оперативные меры по рекультивации нарушенных тундровых почв. Ранее нами была описана инновационная биогеохимическая технология рекультивации нарушенных тундровых почв, успешно реализуемая в настоящее время на Тазовском полуострове (Ямало-Ненецкий автономный округ, 67°15' с.ш., 74°40' в.д.) в районе функционирования ООО «Газпром добыча Ямбург», Рисунок 1 [1].

Суть данной технологии состоит во внесении местного торфа в нарушенные тундровые почвы с учетом их гранулометрического состава или полной влагоемкости в зависимости от рельефа местности, посева и выращивании на них многолетних злаковых трав с использованием получаемого из местного торфа гумата калия (калийной соли гуминовой кислоты), как стимулятора роста и развития этих растений. Установлено, что гумат калия особенно эффективен в начальный период роста и развития растений, а также в период наибольшего напряжения биохимических процессов, индуцированных водным или температурным стрессом.

Данное вещество, активизируя обменные процессы и обладая мембранотропным действи-

ем, повышает устойчивость растений к такому неблагоприятному фактору внешней среды в условиях Крайнего Севера, как низкой температуре. Калий, входящий в состав данного вещества, способствует нормальному течению фотосинтеза, образованию и накоплению в растениях витаминов и стимулирует работу многих ферментов.

Основная цель настоящей работы заключалась в представлении способа получения препарата гумата калия из местных торфов Ямало-

РИСУНОК 1. КАРТА-СХЕМА ТЕРРИТОРИИ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ



Условные обозначения:
1 - полуостров Ямал;
2 - Тазовский полуостров (68°09' с. ш., 76°02' в. д.);
3 - Гыданский полуостров;
4 - междуречье рек Пур и Таз; а - реки; б - озера; в - болота.

Ненецкого автономного округа, защищенного патентом Российской Федерации на изобретение № 2610956 [2]. Ключевым моментом данного способа является сопоставительный анализ состава гуминовых кислот гумуса торфа из Тазовского полуострова (Ямало-Ненецкий автономный округ) с торфом из Среднего Приобья (Ханты-Мансийский автономный округ, 62°15' с.ш., 70°10' в.д.), чтобы доказать природную целесообразность использования препарата гумата калия, получаемого из местных торфов для рекультивации нарушенных тундровых почв.

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ГУМУСА РАЗЛИЧНЫХ ТОРФОВ

Как известно, гуминовые кислоты представляют собой группу веществ, извлекаемых из торфа щелочами в виде более или менее темноокрашенного раствора и осаждаемые минеральными кислотами в виде аморфного осадка - геля [3]. Данные вещества являются высокомолекулярными химическими соединениями, в которые кроме углерода (С), водорода (Н), кислорода (О) и азота (N) входят фосфор (P), сера (S), кремний (Si), железо (Fe) и алюминий (Al).

Сопоставительный анализ состава гуминовых кислот гумуса различных торфов был проведен методом ядерно-магнитно-резонансной 13С-спектроскопии, что позволило определить относительное содержание атомов алифатического, ароматического, полисахаридного и карбоксильного углерода в структурных фрагментах гуминовых кислот гумуса торфа [4]. Статистическая обработка результатов исследования показала, что только в образце торфа из Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) были установлены существенные различия между содержаниями алифатического и ароматического углерода, т.е. первого вещества было в 2,3-2,7 раза больше, чем второго вещества. Это свидетельствует о том, что интенсивность разложения органического вещества в торфе из ЯНАО ниже, а, следовательно, больше накапливается гумуса, обусловленного климатическими условиями гумусообразования в данном регионе (таблица 1).

Содержание полисахаридного углерода в образце торфа из ЯНАО было в 2,0-4,2 раза больше, чем в образце торфа из ХМАО, что указывает на большую роль полисахаридов в формировании гуминовых кислот в гумусе торфа из ЯНАО.

Итак, сопоставительный анализ состава гуминовых кислот гумуса торфов из ЯНАО и ХМАО, проведенный методом ядерно-магнитно-резонансной 13С-спектроскопии, подтверждает природную целесообразность использования местных торфов для получения препарата гумата калия, что объясняется спецификой содержания отдельных видов углерода в структурных фрагментах гуминовых кислот гумуса торфов.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕПАРАТА ГУМАТА КАЛИЯ ИЗ ТОРФА

Способ получения препарата гумата калия из торфа состоит из нескольких последовательно выполняемых этапов. Так, на первом этапе осуществляют декальцинирование торфа 0,1 н раствором серной кислоты (H2SO4) при соотношении 1:20. Полученную суспензию оставляют на 1 сутки и после ее отстаивания раствор от твердой фазы отделяют декантацией, т.е. путем сливания раствора с осадка (Рисунок 2).

На втором этапе проводят 4-5-ти кратную экстракцию (продолжительностью 20 часов) гуминовых кислот из полученного осадка 0,1 н раствором гидроксида натрия (NaOH) при соотношении 1:15. Затем твердую фазу от щелочного раствора отделяют центрифугированием.

На третьем этапе из полученного щелочного раствора осаждают (в течение 1 суток) гуминовые кислоты 10%-м раствором соляной кислоты (HCl) при соотношении 50:1 с последующим отделением осадка также центрифугированием.

На четвертом этапе проводят очищение полученного осадка гуминовых кислот путем растворения в 0,5-1,0 л 0,1 н раствора гидроксида натрия (NaOH), а также добавления сульфата натрия (Na2SO4) для коагуляции минеральных частиц и последующего центрифугирования ще-

ТАБЛИЦА 1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УГЛЕРОДА (%) В СТРУКТУРНЫХ ФРАГМЕНТАХ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ГУМУСА ТОРФОВ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА (ЯНАО) И ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА (ХМАО)

Вид углерода	ЯНАО	ХМАО [5]
Алифатический	37,9-54,0	42,2-47,1
Ароматический	14,1-23,2	36,3-42,1
Полисахаридный	23,1-26,8	5,5-13,3
Карбоксильный	7,9-10,1	4,7-8,8

АННОТАЦИЯ: Представлен способ получения препарата гумата калия из местных торфов Ямало-Ненецкого автономного округа, защищенный патентом Российской Федерации на изобретение № 2610956. Гумат калия может быть использован в качестве стимулятора роста и развития многолетних злаковых трав, высеваемых на нарушенных тундровых почвах с целью их рекультивации.

ABSTRACT: The method of receiving of a potassium humate preparation from local peats of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

protected by patent of the Russian Federation on invention No. 2610956 is presented. The potassium humate can be used as a stimulator of growth and development of perennial cereal grasses sowed on the disturbed tundra soils for the purpose of their recultivation.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: торф, декальцинирование, экстракция, осаждение, гуминовые кислоты, очищение, гумат калия.

KEYWORDS: peat, decalcification, extraction, sedimentation, humic acids, purification, potassium humate.

ОБ АВТОРАХ:

ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ БАШКИН, главный научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, доктор биологических наук; vladimirbashkin@yandex.ru

РАУФ ВАЛИЕВИЧ ГАЛИУЛИН, ведущий научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН, доктор географических наук; galiulin-rauf@rambler.ru

АНДРЕЙ ОЛЕГОВИЧ АЛЕКСЕЕВ, Руководитель лаборатории Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, доктор биологических наук; alekseev@issp.serpukhov.su

РОЗА АДХАМОВНА ГАЛИУЛИНА, научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН; rosa_g@rambler.ru

АНАТОЛИЙ КУЗЬМИЧ АРАБСКИЙ, заместитель главного инженера ООО «Газпром добыча Ямбург», доктор технических наук; a.arabskii@mail.ru

AUTHOR'S REVIEW:

BASHKIN VLADIMIR, Chief Scientific Worker of «Gazprom VNIIGAZ» LLC and Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science of Russian Academy of Sciences, Doctor of Science (Biology); vladimirbashkin@yandex.ru

GALIULIN RAUF, Leading Scientific Worker of Institute of Basic Biological Problems of Russian Academy of Sciences, Doctor of Science (Geography); galiulin-rauf@rambler.ru

ALEKSEEV ANDREY, Head of Laboratory of Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science of Russian Academy of Sciences, Doctor of Science (Biology); alekseev@issp.serpukhov.su

GALIULINA ROZA, Scientific Worker of Institute of Basic Biological Problems of Russian Academy of Sciences, rosa_g@rambler.ru

ARABSKY ANATOLY, Deputy of Chief Engineer of «Gazprom Dobycha Yamburg» LLC, Doctor of Science (Engineering); a.arabskii@mail.ru

лочного раствора. Гуминовые кислоты осаждают добавлением 0,1 н раствора соляной кислоты (HCl) до установления pH 1-2. Затем осадок гуминовых кислот многократно промывают дистиллированной водой до установления pH 6 и высушивают в термостате при 50°C.

На пятом этапе из полученного порошка гуминовых кислот готовят 2,5%-й маточный раствор гумата калия посредством добавления в соответствующую навеску вещества 0,1 н раствора гидроксида калия (KOH) и дистиллированной воды с последующим доведением pH искомого раствора до значения равного 7 единицам, контролируемого потенциометрическим методом.

Данный способ позволяет получить химически чистые гуминовые кислоты и гумат калия из местных торфов, практически не затрагивающий структуру гуминовых кислот. Полученный препарат калия в виде водных растворов определенных концентраций используют для замачивания семян перед посевом, корневой подкормки и некорневой подкормки (опрыскивания) в период вегетации растений, что позволяет формировать на нарушенных тундровых почвах густой травяной покров из многолетних злаков и плотный дерн как признак восстановления их плодородия.

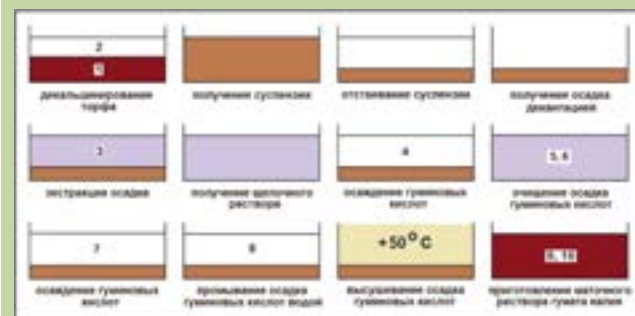
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, местный торф Ямало-Ненецкого автономного округа имеет свою специфику в содержании отдельных видов углерода в структурных фрагментах гуминовых кислот гумуса торфа, что подтверждает природную целесообразность получения из него препарата гумата калия. О практической значимости представленного способа получения препарата гумата калия из местных торфов Ямало-Ненецкого автономного округа для рекультивации нарушенных тундровых почв свидетельствует его защищенность патентом Российской Федерации на изобретение.

РИСУНОК 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ ИЗ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ГУМУСА ТОРФА

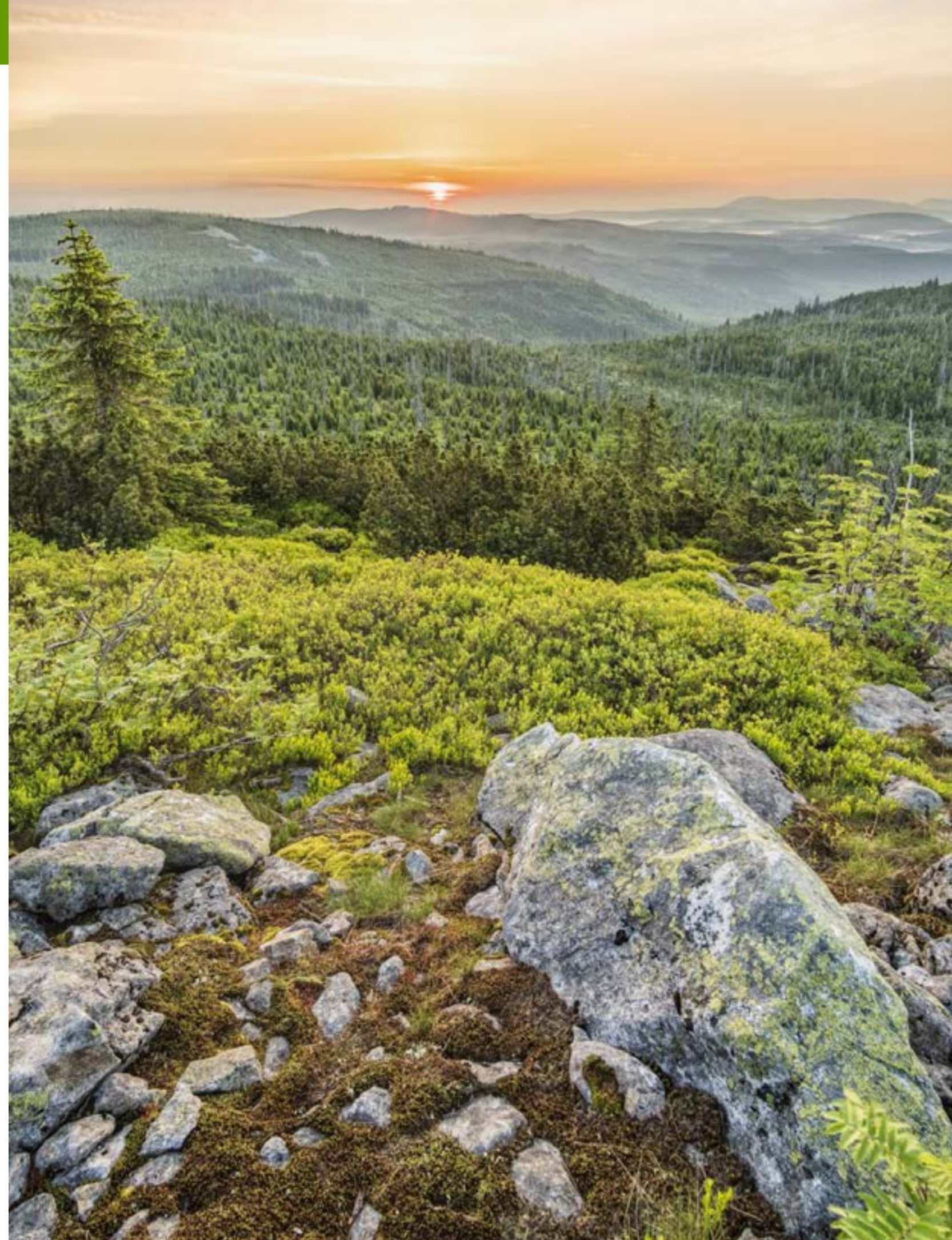
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 - ТОРФ; | 6 - Na_2SO_4 ; |
| 2 - 0,1 Н РАСТВОР H_2SO_4 ; | 7 - 0,1 Н РАСТВОР HCl; |
| 3 - 0,1 Н РАСТВОР NaOH; | 8 - ДИСТИЛЛИРОВАННАЯ ВОДА; |
| 4 - 10%-Й РАСТВОР HCl; | 9 - 0,1 Н РАСТВОР KOH; |
| 5 - 0,1 Н РАСТВОР NaOH; | 10 - ДИСТИЛЛИРОВАННАЯ ВОДА. |



ЛИТЕРАТУРА:

- Galiulin R.V., Bashkin V.N., Alekseev A.O., Galiulina R.A., Arabsky A.K. Innovative biogeochemical technology for recultivating disturbed soils of the Taz peninsula // In: Ecological and Biogeochemical Cycling in Impacted Polar Ecosystems. New York: Nova Science Publishers, 2017. P. 155-166.
- Патент Российской Федерации на изобретение № 2610956. Способ получения гумата калия из местных торфов Ямало-Ненецкого автономного округа. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Алексеев А.О., Галиулина Р.А., Мальцева А.Н., Ямников С.А., Николаев Д.С., Мурзагулов В.Р. Опубликовано: 17.02.2017 г. Бюллетень № 5.
- Возбуцкая А.Е. Химия почвы. М.: Высшая школа, 1968. 428 с.
- Калабин Г. А., Каницкая Л.В., Кушнарев Д.Ф. Количественная спектроскопия ЯМР природного органического сырья и продуктов его переработки. М., 2000. 407 с.
- Сартаков М.П. Спектроскопия ЯМР ^{13}C гуминовых кислот торфов Среднего Приобья // Химия растительного сырья. 2008. № 3. С. 135-139.





РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФБГУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «РУССКАЯ АРКТИКА»

SOLVING ISSUES ON ENSURING THE ENVIRONMENTAL SECURITY USING AN EXAMPLE OF THE ACTIVITIES CARRIED OUT BY THE RUSSIAN ARCTIC NATIONAL PARK

[Автор Ю.С. Петрова]

Экологическая деятельность в Арктике приобретает особую значимость в связи с реализацией Указа Президента России В.В. Путина «О национальных проектах и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», предписывающего при разработке национального проекта в сфере экологии обеспечить в числе прочего сохранение биологического разнообразия и создание инфраструктуры для экологического туризма в национальных парках. Российский сектор Арктики как перспективная территория для развития туризма обширен и многообразен, но его потенциал по-прежнему в полной мере не раскрыт. Отчасти – из-за труднодоступности и несовершенной логистики, отчасти – по причине неразвитой инфраструктуры.

Национальному парку «Русская Арктика», созданному в 2009 году, важно было начать с решения экологических задач. Прежде всего, выполнить очистку.

В течение пяти лет на островах арктических архипелагов Новая Земля и Земля Франца-Иосифа проводилась арктическая «уборка» – ликвидация накопленного экологического ущерба. Этот ущерб – арктическая инфраструктура: порты, аэродромы, метеостанции, военно-морские и авиационные базы – были созданы в высоких широтах во второй половине XX века и заброшены в 1990-х годах. Многие за это время пришли в негодность. И как показало выполненное в 2011 году геоэко-

логическое обследование загрязнённых территорий недавно созданного национального парка, антропогенное воздействие на арктические экосистемы не прошло бесследно: уровень загрязнения на некоторых островах превышал допустимую норму примерно в шесть раз.

Было выявлено шесть островов архипелага Земля Франца-Иосифа с накопленным экологическим ущербом: Земля Александры, Грэм-Белл, Гукера, Гофмана, Хейса и Рудольфа. Они были определены Минприроды России «пилотными» точками для начала «уборки». Ведь никогда ранее на островах Арктической зоны РФ подобные работы по ликвидации экологического ущерба

не проводились. Была разработана комплексная программа и проект производства работ по очистке с учётом арктической специфики, а также определён комплекс первоочередных мероприятий, направленных на предотвращение развития экологического ущерба.

Кроме того, в первый же год работ по очистке за счёт сэкономленных средств национальному парку «Русская Арктика» в 2012 году удалось выполнить геоэкологическое обследование, а годом позже – начать «уборку» на Северном острове архипелага Новая Земля: на мысе Желания и в заливе Наталии.

Одной из задач природоохранного учреждения является

сохранение уникальных природных комплексов и биологического разнообразия на арктических архипелагах. Благодаря своевременной начатой ликвидации накопленного экологического ущерба, например, удалось избежать экологической катастрофы на острове Грэм-Белл. Там, на самом восточном острове архипелага Земля Франца-Иосифа, работы проводили в кратчайшие сроки, ведь продолжающаяся ускоренная эрозия береговой линии могла привести к попаданию топлива из ёмкостей с авиационных складов заброшенной воинской части в воды Баренцева моря. Однако разлив нефтепродуктов удалось предотвратить.

В течение пяти лет на четырёх из шести островах ЗФИ и северной оконечности Новой Земли ликвидировали, прежде всего, бочкотару и топливные резервуары, объекты инженерной инфраструктуры – трубопроводы и эстакады, свалки промышленных и бытовых отходов, разрушенные здания и сооружения, проводили рекультивацию нефтезагрязнённых земель. Работали в любую погоду; с помощью техники и вручную – где не позволял ландшафт или необходимо было сохранить исторические памятники, как на острове Гукера. В результате дело государственной важности – а программу очистки не только инициировал в 2010 году, но

и все эти годы лично контролировал президент России Владимир Путин – выполнили, причём установленные объёмы вывезенных отходов перевыполнились ежегодно. «Русская Арктика» получила уникальный опыт, который можно применять на заповедных территориях, тиражировать в других российских регионах.

Всего за пять лет с полярных архипелагов было утилизировано более 40 тысяч тонн отходов. Для сравнения, примерно столько весили бы четыре Эйфелевы башни или пять Дворцовых мостов Санкт-Петербурга. Были ликвидированы самые «горячие» точки на карте экологического загрязнения Земли Франца-Иосифа и Новой Земли. После очистки была проведена техническая рекультивация на территории 349 гектаров – это площадь примерно 500 футбольных полей.

Кроме возвращения заповедной территории первоначального облика, сотрудникам национального парка удалось в зоне очистки исследовать все объекты, обладающие исторической и культурной ценностью, заложить основы будущего музея под открытым небом. Так были сохранены комплексы гидрометеорологических станций на мысе Желания (Новая Земля), в бухте Тихой (остров Гукера), комплекс зданий и обсерватория на острове Хейса,

АННОТАЦИЯ:

В статье идёт речь о деятельности национального парка «Русская Арктика» по обеспечению экологической безопасности на территории полярных архипелагов Новая Земля и Земля Франца-Иосифа, подводятся итоги работ по ликвидации на островах накопленного экологического ущерба в 2012-2017 гг., а также разработке проекта строительства многофункциональных автоматических комплексов (МАКов) для развития экологического туризма и научной деятельности.

ABSTRACT:

The article deals with the activities carried out by the Russian Arctic National Park to ensure environmental security within the territory of the Novaya Zemlya and Franz Josef Land polar archipelagos. It summarizes the works on eliminating environmental damage in the Arctic in 2012-2017 and tells about the development of the project, dedicated to the construction of the multifunctional automatic complex for further development of the ecological tourism and scientific activities.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Очистка, экологическая безопасность, арктический туризм, арктическая уборка, Русская Арктика, Земля Франца-Иосифа; Новая Земля.

KEYWORDS:

Clean-up, environmental security, Arctic tourism, Arctic cleaning, Russian Arctic, Franz Josef Land, Novaya Zemlya

ГРАФИК 1. ПОСЕЩЕНИЕ ТУРИСТАМИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКАЯ АРКТИКА» ЗА ПЕРИОД С 2012 ПО 2018 ГГ.



некоторые объекты военной инфраструктуры на островах Земля Александры и Грэм-Белл (Земля Франца-Иосифа). На Земле Александры и острове Гукера были оборудованы временные фондохранилища, где собрано более тысячи предметов, связанных с работой советских учёных, полярников и военнослужащих в высокоширотной Арктике. Более того, три объекта: комплекс строений полярной станции в бухте Тихой на острове Гукера, навигационный маяк и комплекс оборонительных сооружений времен Великой Отечественной войны на мысе Желания – прошли государственную историко-культур-

ОБ АВТОРЕ:

ПЕТРОВА ЮЛИЯ СЕРГЕЕВНА, пресс-секретарь национального парка «Русская Арктика», petrova@rus-arc.ru

AUTHOR REVIEW:

PETROVA YULIA, Press-secretary of the Russian Arctic National Park, petrova@rus-arc.ru

ную экспертизу. И теперь эти объекты находятся под государственной охраной.

«Сегодня мы показываем людям территории, где в том числе проходила уборка. И проект нацпарка по созданию музея под открытым небом «Живая история Арктики» тоже можно считать результатом этой масштабной работы. Это будет не обычный музей: мы намерены сохранить объекты показа в их естественной среде и сделаем так, что каждая площадка – а всего их 11 – будет отвечать за свой период истории освоения «Русской Арктики». Считаю, можно смело признать, что таким образом очистка послужила импульсом, в том числе и для развития туризма», – подчеркнул директор национального парка Александр Кирилов.

Огромной популярностью, особенно у зарубежных туристов, пользуются морские круизы на Северный полюс, Землю Франца-Иосифа, Новую Землю, круизы по Севморпути. Растущий сегодня спрос у иностранных граждан на морские круизы по Арктическим территориям Российской Федерации при благоприятных внешнеполитических и экономических факторах позволяет прогнозировать дальнейшее интенсивное развитие данного вида въездного туризма. Это подтверждается тем, что сегодня, несмотря на высокую стоимость туров, спрос ограничен предложением (наличием морских судов), а система записи на круизные рейсы организована на 2 года вперёд.

Несмотря на то, что национальный парк «Русская Арктика» – самая посещаемая туристами территория в российском секторе Арктики: количество туристов последние 6 лет относительно постоянно и соответствует отметке 900-1000 туристов в сезон (см. график 1)

– нельзя рассматривать данный вид туризма как основной. Он имеет ряд недостатков: высокую стоимость и морские переходы по несколько суток, в том числе для открытия российской границы, а также существенное для многих потенциальных клиентов ограничение по продолжительности рейса – от 12 и более дней. Также существенное значение имеет стоимость, начинающаяся с отметки 450 000 рублей за человека при 3-х местном размещении «стандарт» до 850 000 рублей за «люкс». И это за 7-9 дней пребывания непосредственно на территории нацпарка.

Также в ходе выполнения морского туристического круиза существенные коррективы в программу рейса вносит ледовая обстановка, не всегда позволяющая выполнить высадки в запланированных местах. Влияет и переменчивая арктическая погода: сильные ветра, осадки, волнение на море.

Учитывая все эти факторы, национальным парком создана концепция развития научно-исследовательской и туристской инфраструктуры на территории «Русской Арктики» с опорными точками на острове Северный архипелага Новая Земля и острове Хейса архипелага Земля Франца Иосифа. В ней рассматривается использование авиатранспорта для доставки туристов и экскурсий на архипелаге в качестве альтернативы и дополнения к существующему круизному туризму, а также размещение посетителей нацпарка на базе многоцелевых автономных комплексов.

Многоцелевой автономный комплекс (МАК) – это автономный объект, объединяющий административно-жилой комплекс, блок обеспечения, склад ГСМ, гараж, закрытый заправочный комплекс, вертолетные

площадки с командно-диспетчерским пунктом (Рисунок 1). В административно-жилом комплексе предлагается разместить номерной фонд до 50 мест, столовую, вспомогательные и хозяйственно-бытовые помещения.

Для национального парка как природоохранного учреждения немаловажно то, что конструкция здания МАКа предполагает использование энергосберегающих технологий, в том числе избыточное утепление стен, пола и потолка, наличие системы вентиляции с рекуперацией тепла, энерго-пассивные окна и двери. Комплекс будет иметь свою дизель-электрическую станцию мощностью до 200 кВт, станции водоподготовки, накопления и очистки сточных вод, резервуары противопожарного запаса воды и т.п. Отопление всех объектов МАКа – электрическое.

Доставлять туристов на острова возможно двумя путями (Рисунок 2): авиачартером из Москвы через остров Земля Александры (ЗФИ) или авиачартером с аэропорта Диксон (ЯНАО). При организации завоза групп через остров Земля Александры посетители нацпарка попадают на Землю Франца-Иосифа на самолёте и далее доставляются на острова на вертолётах. Часть посетителей сможет с острова Земля Александры отправиться в морской круиз по архипелагу на судне.

Использование авиации для заброски туристических групп непосредственно на территории нацпарка значительно сократит стоимость туров по сравнению с нынешними ценами. Особенно, если рейсы станут регулярными.

Кроме развития востребованного сегодня во всём мире арктического туризма проект создания на территории обоих кластеров национального парка МАКов позволит расширить и совершенствовать научную деятельность учреждения. Одна из задач нацпарка – это сохранение нетронутой, дикой природы Арктики. В «Русской Арктике» обитают такие редкие виды, занесённые в Красную книгу России и Международного Союза охраны природы (МСОП),

РИСУНОК 1. СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ МАКА

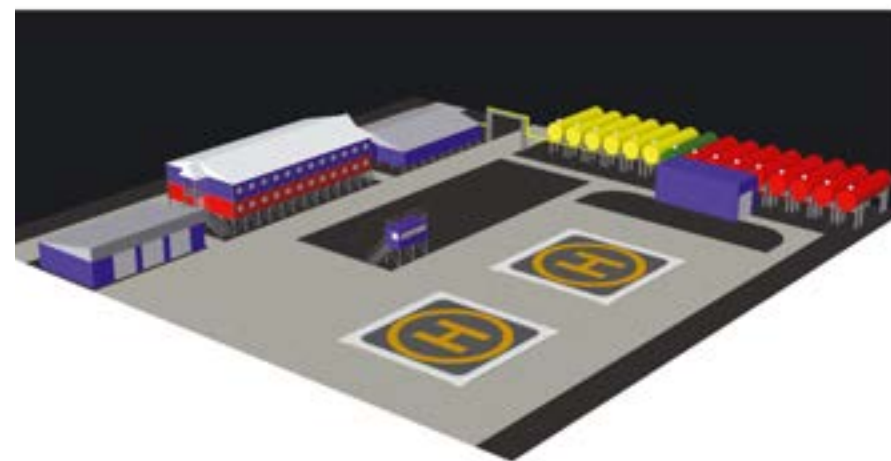


РИСУНОК 2. ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ДОСТАВКИ ТУРИСТОВ НА О. ХЕЙСА И МЫС ЖЕЛАНИЯ



как белый медведь, атлантический морж, гренландский кит, нарвал, белая чайка. На многочисленных островах полярных архипелагов расположены огромные птичьи базары, насчитывающие сотни тысяч морских птиц.

В то же время на территории национального парка сохранились свидетельства пребывания человека в период открытия и пионерного освоения Арктики в конце XIX – начале XX веков. На островах Земли Франца-Иосифа и Новой Земли есть места, где сохранились строения, тех-

ника, оборудование первых полярных станций, когда Россия была лидером в практическом освоении полярных широт, а также памятники первооткрывателям и покорителям высоких широт из России, Европы, США.

Для сохранения богатого природного и исторического наследия, сотрудники национального парка совместно с высококвалифицированными специалистами России и мира, специализированными институтами Российской академии наук начали плановые работы по исследованию и выработке соот-

ветствующих мероприятий по сохранению данных уникальных объектов.

Одновременно Северный (Арктический) федеральный университет (С(А)ФУ) совместно с Северным территориальным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, начиная с 2012 года, в летний период на НИС «Профессор Молчанов» реализуют проект «Плавучий университет». Проект предусматривает проведение полевых исследований в акватории Баренцева и Карского морей, включая районы, примыкающие к арктическим архипелагам Новая Земля и Земля Франца-Иосифа. В научных исследованиях региональных природных процессов высокоширотной Арктики принимали участие студенты С(А)ФУ, МГУ, СПбГУ и других ведущих вузов страны. При этом студенты посещают острова «Русской Арктики», проводят исследования и учебные практики по ботанике, геоморфологии, гляциологии, геологии и другим научным дисциплинам.

Таким образом, на арктических островах и в прибрежных акваториях, подведомственных национальному парку, активно развиваются научные исследования по различным программам. При этом пока инфраструктура соответствующего уровня для организации научных работ на островах отсутствует: полевые экспедиции работают либо с судна, либо размещаются на полевых базах парка. Этот фактор, наряду с необходимостью развития экологического познавательного туризма, обосновывает актуальную необходимость создания инфраструктуры приёма и размещения для туристических и научных целей в интересах развития деятельности национального парка «Русская Арктика».

«Кроме того, строительство и ввод в эксплуатацию МАКов, помимо обозначенных туристических и научных задач, позволит решать и задачи по обеспечению всех видов безопасности в высокоширотной Арктике, включая экологическую», – отметил директор национального парка Александр Кирилов.

РЕКРЕАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ АРКТИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКАЯ АРКТИКА»

RECREATIONAL SAFETY
OF THE OBJECTS
ON THE TERRITORY
OF RUSSIAN ARCTIC
NATIONAL PARK

[Авторы: А.С. Чекмарева, Д.В. Добрынин]



Арктический туризм привлекателен своей уникальностью сразу в нескольких аспектах – это и эколого-географическая, и историко-культурная, и природная составляющие. Из-за дороговизны и сложности логистики доступность таких рекреационных услуг ограничена, однако спрос на них с каждым годом растет. На территории архипелага Земля Франца-Иосифа ежегодные круизы совершаются с 90-х годов прошлого века. В основном они осуществляются с судов проводящих экскурсии на Северный полюс. На период навигации 2018 года 1079 туристов познакомились с природой и историческими памятниками Земли Франца Иосифа.

География участников туров в национальный парк Русская Арктика следующая: преобладают экскурсанты из стран юго-восточной Азии, жители северной Европы занимают второе место, а наши соотечественники составляют всего 8% от общего потока. С открытием пограничной заставы Нагурская ожидается увеличение числа зарубежных туристов. Посещение архипелага никак не регламентировалось до 1994 года. С созданием природного заказника федерального значения «Земля Франца-Иосифа» круизные суда стали сопровождаться государственными инспекторами в области охраны окружающей среды. С 2010 года заказник находился под

управлением ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика». 25 августа 2016 года, согласно Постановлению Правительства России, заказник был ликвидирован: его территория вошла в границы национального парка. На сегодняшний момент к территории ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика» относится северная оконечность острова Северный архипелага Новая Земля и архипелаг Земля Франца-Иосифа – всего 8,8 млн га. Со времени учреждения национального парка, сформированы сезонные и постоянные кордоны (постоянные – на островах Земля Александры и Хейса и сезонные – на островах Нортбрук, Гукера, Алджера), а на территории станции «Бухта Тихая» остров Гукера, дополнительно организован летний исследовательский стационар. Сотрудниками парка проделана огромная работа по ручной очистке территории станции и реставрации зданий. Сейчас станция «Бухта Тихая» является одной из основных точек посещения туристов, с 2014 года там работает самое северное в мире отделение Почты России. С 2015 года на станции расположен сувенирный магазин национального парка, а с 2018 года начала действовать система альтернативной энергетики. В перспективе – создание визит-центра.

Архипелаг Земля Франца-Иосифа включает в себя 193 острова и является самой северной территорией суши России. Расстояние

АННОТАЦИЯ: В статье рассматривается одна из важных экологических проблем Арктики. В работе предложен эксперимент по оценке емкости арктических сообществ к рекреационному воздействию.

ABSTRACT: The article examines one of the important ecological problems in the Arctic. This scientific work poses an experiment on the evaluation of the arctic biocoenosis capacity if compared with the recreational influence.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Arctic; ecological problems of Franz Josef Land; ecological safety; tourism; polar station; tropicnet; recreational influence; biocoenosis stability

KEYWORDS: Арктика; Земля Франца-Иосифа экологические проблемы; экологическая безопасность; туризм; полярная станция; тропичная сеть; рекреационное воздействие; устойчивость сообществ.

до Северного Полюса здесь меньше, чем до материка (900 и 1200 км соответственно). 85% территории островов покрыто ледниками, на остальных 15% произрастают водоросли, мхи, лишайники, а также около 50 видов сосудистых растений, которые включают в себя даже одного представителя древесной растительности – иву полярную. Остров Гукера – южный остров в центральной части архипелага. В 1929 году Владимиром Юльевичем Визе была организована первая советская полярная станция. На станции проводились метеорологические и аэрологические исследования для сравнения с данными, полученными в 1911 – 1914 годах во время зимовки экспедиции под руководством

Георгия Яковлевича Седова. Станция работала без перерыва до 1957 года, в тот год станцию законсервировали, а измерения продолжали на второй полярной станции, базировавшейся на острове Хейса.

При неуклонно возрастающем интересе к туристическому посещению Арктического региона и связанным с ним антропогенно-рекреационным воздействием необходимы проектирование и реализация мероприятий по снижению негативного эффекта от пребывания большого числа людей на участках экскурсионных маршрутов. Для этого требуется разработка научно-обоснованных показателей оценки уровня допустимого воздействия на природные ком-

ПРИМЕР ВЫТАПТЫВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТРОПЕ С ИМИТАЦИОННОЙ НАГРУЗКОЙ 50 ЧЕЛОВЕК РАЗ В 5 ДНЕЙ

2017 УЧАСТОК ТРОПЫ ПОСЛЕ ПЕРВОГО ПРОХОДА \ УЧАСТОК ТРОПЫ В КОНЦЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПОСЛЕ 5 ПРОХОДОВ



2018 УЧАСТОК ТРОПЫ ПОСЛЕ ЗИМОВКИ \ УЧАСТОК ТРОПЫ В КОНЦЕ ЭКСПЕРИМЕНТА



ОБ АВТОРАХ:

ЧЕКМАРЕВА АННА СЕРГЕЕВНА, ведущий научный сотрудник национального парка «Русская Арктика»; ann-192@yandex.ru

ДОБРЫНИН ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, ведущий изыскатель отдела инженерных изысканий и мониторинга Центра Морских Исследований МГУ – ЦМИ МГУ; ddobrynin@yandex.ru

AUTHOR'S REVIEW:

CHEKMAREVA ANNA SERGEEVNA, the leading research officer of the Russian Arctic National park; ann192@yandex.ru
DOBRININ DMITRY VLADIMIROVICH, the leading surveyor of the engineering survey and monitoring department of the sea research center of Moscow State University – SRC MSU; ddobrynin@yandex.ru

плексы, соблюдение которых обеспечит устойчивое функционирование естественных экологических систем.

Местом проведения эксперимента была выбрана бухта Тихая острова Гукера. В 200 метрах к Востоку от нее, на склоне, занятом мохово-травяными и мохово-лишайниковыми растительными сообществами был заложен многолетний модельный эксперимент по изучению последствий рекреационных нагрузок на природные комплексы архипелага ЗФИ. Эксперимент заключается в моделировании нагрузки разной степени интенсивности на 5 пробных площадях. Каждая пробная площадь представляет собой отрезок тропы, пересекающей участки развития наиболее типичных растительных сообществ. Протяженность каждого модельного участка – 25 метров, расстояние между соседними участками 1,5 метра. Интенсивность нагрузки была распределена таким образом, чтобы имитировать рекреационный пресс, аналогичный воздействию при посадке туристов с круизных судов, передвижению сотрудников отдела охраны и научного отдела парка. Эксперимент проводился в течение месяца на протяжении двух сезонов, что позволило дать предварительные оценки не только устойчивости растительности разных видов в разных сообществах, но и их способности к восстановлению.

Схема проведения эксперимента: Модельные тропы заложены, на территории, примыкающей к полярной станции, не предусмотренной для посещения туристическими группами, но характеризующейся аналогичной растительностью и почвенно-грунтовыми условиями. Тропы сортированы таким образом, что их верхняя часть расположена на подножии плато, на валунно-галечниковых грунтах. Нижняя часть троп лежит на аккумулятивных террасах с суглинистыми грунтами и испытывает сильное переувлажнение за счет поверхностного и внутригрунтового стока. Растительные сообщества на протяжении троп также сменяются. В верхней части пробные

площадки пересекают лишайниково-моховые сообщества с большим количеством сосудистых растений, среди которых доминирует лишайничек арктический и ива полярная. Также присутствуют камнеломки дернистая, арктическая, снежная и полярный мак. Общее проективное покрытие составляет 60%, остальное пространство занято камнями с прерывистыми куртинами кустистых и накипных лишайников. Ниже по тропе, растительность сменяется сомкнутыми ивово-моховыми сообществами с участием лишайничка арктического, лютика серно-желтого, мака полярного. В растительных группировках, расположенных ещениже, при сохранении общего проективного покрытия снижается доля сосудистых растений, и почти полностью исчезает ива.

На заключительном участке троп, приуроченном к выположенному, переувлажненному участку склона, количество сосудистых растений продолжает снижаться. Влажные моховые сообщества дополняются преимущественно мятликом арктическим, лютиком серно-желтым, а так же полярным маком, камнеломкой снежной и ясколкой регеля. Всего было заложено пять троп с интенсивностью нагрузки 1 и 5 раз в сутки и 5, 20 и 50 с периодичностью 1 раз в 5 суток.

Тропы трассировались с шагом 1 метр в начале сезона, и в конце сезона проводилось пометровое описание состояния растительного и почвенного покрова тропы.

Полученные результаты будут экстраполироваться на территорию полярной станции и её окрестности по данным дешифрирования высоко детального космического снимка WorldView-2 2017.09.06.

В процессе анализа реакции природных комплексов в пределах рекреационной тропичной сети предполагается оценивать набор наиболее типичных негативных процессов: деградация дернины, разрушение и разжижение органогенных и торфяных горизонтов почв, развитие пучения, подтопление, развитие эрозийных процессов. Отдельно планируется проведение анализа изменения водного режима окружающих растительных сообществ, почв и грунтов, на которых они развиваются в окрестностях тропичной сети.

Видно, что после первого прохода растительность приминается, и в некоторых местах дернина разрывается. По завершении второго сезона, после 10 циклов по 50 проходов, дернина с тропы сорвана практически полностью.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В список основных задач парка входит сохранение в естественном состоянии природных комплексов и развитие регулируемого туризма и отдыха. В целях совмещения этих сложно сочетаемых задач нами был разработан ряд экспериментов для определения емкости различных ПТК к антропогенному воздействию.

После зимовки все тропы хорошо читались, состояние троп 1, 4, 5 можно считать удовлетворительным, на них уничтожен лишайник и

частично повреждается дернина, но, как правило, это отдельные трещины, а не полностью уничтоженный растительный покров. В первую очередь деградации подвергаются участки дернины на камнях по склону, такие комплексы срываются целиком и не восстанавливаются в ближайшее время. Наиболее уязвимым элементом на тропе оказалась лишайники, они уничтожены целиком на тропях № 2, 3, 4 на остальных тропях они ломаются и угнетаются в первую очередь. Отчасти стабильность того или другого вида определяется жизненной формой, одичные растения уничтожаются быстрее, чем куртинковые комплексы, это хорошо заметно на примере полярных маков и камнеломки проникающей, растущих на тропях и в том и в другом виде. Они уничтожаются в первую очередь, но в случае образования куртин более устойчивы. В целом можно отметить, что самая устойчивая часть тропы – средняя, это связано с уменьшением гравитационного воздействия, по сравнению с верхним участком, но еще сохраняющейся уклон и каменистость обеспечивают хороший дренаж. Большое значение в стабильности дернины занимает наличие полярной ивы. Несмотря на небольшую наземную часть, которая благодаря жестким листьям обладает максимальной устойчивостью к рекреационному воздействию, ива обладает очень развитой

одревесневшей корневой системой, обеспечивающей стабильность всей дернины.

Арктический туризм – активно развивающееся направление, для успешного развития которого необходимо грамотное построение экологического менеджмента. В том числе при неизбежном антропогенном воздействии необходимо ограничивать посещение территории с аналогичными ПТК, и полностью уникальные территории. Территории, оставленные под посещение туристов, следует оборудовать с учетом полученной информации, и опираясь на положительный опыт стационара «Бухта Тихая». На станции проложена сеть деревянных настилов, где их нет – тропы ограничены камнями, часть маршрутов проходит по первой морской террасе, где растительность отсутствует. Часть потока туристов аккумулирует сувенирный магазин, почта, а с 2018 года еще и небольшой музей. В результате лишь незначительная часть туристов выходит на подножие плато, представленное разнотравно-моховыми сообществами на песчаных и суглинистых грунтах. Данные проводимого эксперимента помогут более оптимально, с точки зрения растительности, прокладывать маршруты.

Эксперимент не закончен, и предусматривает вторую часть по восстановлению растительного покрова.



РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА И ЭКОЛОГИИ

КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА ОБУЧАЮЩИХСЯ В КОНТЕКСТЕ ЗНАКОМСТВА С ПРОБЛЕМАМИ И ПЕРСПЕКТИВАМИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

REALIZATION OF FOREIGN LANGUAGE AND ECOLOGY INTERSUBJECT LINKS AS A CONDITION FOR PUPILS' COGNITIVE INTEREST DEVELOPING IN THE CONTEXT OF ACQUAINTANCE WITH THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE ARCTIC REGION

[Авторы:
И.А. Скоробренко, Е.Б. Быстрой,
И.Л. Орехова, З.И. Томасева]

В последнее время в организации образовательного процесса на всех ступенях обучения все большую значимость приобретает вопрос формирования экологической культуры личности, которая призвана не только обеспечить готовность человека к жизни в гармонии с окружающим миром и средой, но и формировать ответственность за поступки, прямо или косвенно связанные с экологией. Неслучайно одним из важнейших компонентов экологической культуры является «личностно-ценностное отношение к природе, дающее возможность осознать себя неотъемлемой частью природы, а также понять степень ответственности за свое отношение к природе, ее использование и воздействие на нее» [7, с. 68].

Мы полагаем, что процесс формирования экологической культуры личности будет протекать более эффективно при условии реализации межпредметных связей экологии с другими предметами, которые А.И. Гурьев и А.В. Петров рассматривают как «основополагающий принцип дидактики, способствующий координации и систематизации учебного материала из различных предметов, формирующий у учащихся посредством общенаучных знаний и способов их получения концептуальный стиль мышления в различных видах деятельности и реализующийся через систему существенных, нормативных и процессуальных функций и общих методов познания природы» [2, с. 46]. Одним из важнейших учебных предметов, как в школе, так и в вузе, на сегодняшний день является иностранный язык, позволяющий не только грамотно, последовательно и логично излагать свои мысли, но

и структурировать достаточно большие объемы актуальной информации в разговорных темах. Кроме того, Федеральный государственный образовательный стандарт закрепляет положение о том, что и содержание, и структура урока иностранного языка должны отвечать потребностям личности, общества и государства, а также парадигме деятельностного и личностно-ориентированного развития, в контексте которой большое внимание уделяется максимальному раскрытию потенциальных возможностей личности, ее самоактуализации, способности и готовности к самостоятельному открытию, познанию и анализу новой информации при условии активности личности» [1, с. 448].

В процессе обучения любому иностранному языку значимая роль отводится изучению темы «Защита окружающей среды», которая открывает перед преподавателем как организатором и куратором учеб-

ного процесса широчайшие возможности для реализации межпредметных связей экологии и иностранного языка. В рамках данной разговорной темы обучающиеся знакомятся с особенностями природы регионов, их климатическими и погодными условиями, проблемами экологии, современными технологиями защиты окружающей среды.

На уроках, посвященных вышеуказанной теме, обучающиеся учатся отбирать из материала урока и структурировано фиксировать информацию, важную для характеристики экологической ситуации в родной стране и за рубежом. При этом обучающиеся приобретают навыки работы с информацией, формирующейся благодаря процессам поиска, отбора, обработки, систематизации и представления информации из разных источников – сети Интернет, научно-популярной и периодической, а также художественной литературы. Также обучающиеся самостоятельно с опорой на лексический и иллюстративный материал готовят высказывания о тех или иных экологических проблемах, предлагая их альтернативные решения и формулируя прогнозы будущего развития и совершенствования окружающей среды.

В рамках темы «Защита окружающей среды» обучающиеся приобретают умение составления и заполнения экологических анкет на иностранном языке, позволяющих самостоятельно оценить свой вклад в решение экологических проблем, способность и готовность к защите окружающей среды. Обучающиеся также учатся общаться друг с другом на тему экологии на иностранном языке, обмениваться мнениями по определенным вопросам, предлагать решения тех или иных проблем. Важно упомянуть, что при этом формируется важнейшее в жизни каждого человека умение «слушать и слышать», учитывая и уважая точку зрения собеседника.

Процесс обучения в контексте реализации межпредметных связей иностранного

языка и экологии является благоприятной почвой для формирования познавательного интереса обучающихся, который Г.И. Щукина рассматривает как нерасторжимое единство, сплав интеллектуальных, эмоциональных, волевых процессов [10]. С одной стороны, фундаментом для формирования и развития познавательного интереса являются знания, способствующие проявлению познавательного интереса, под влиянием которого они становятся более глубокими, яркими, образными, а с другой стороны – противоречие между уровнем уже сформированных знаний и потребностью в их расширении и получении нового социального опыта. Восприятие явлений и процессов объективной действительности под воздействием и при наличии познавательного интереса обучающихся становится точнее, детальнее, шире. Познавательный интерес возникает под влиянием целого ряда факторов и имеет различное содержание, глубину, направленность, устойчивость и может развиваться в процессе изучения материала экологической тематики на иностранном языке, при условии, если материал актуален для обучающихся, преподносится и отрабатывается при помощи современных технологий обучения, повышающих мотивацию обучающихся к постижению науки, освоению учебного материала.

Одним из актуальных вопросов для обсуждения в рамках разговорной темы «Защита окружающей среды» является развитие Арктического региона. На протяжении последних десятилетий данный вопрос находится под пристальным вниманием экологов, географов, политиков, экономистов и специалистов других сфер в области природопользования. Решение экологических проблем и разработка программ развития арктической зоны имеет огромное значение для нашей страны, что отражено в Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период

АННОТАЦИЯ: Данная статья посвящена вопросам реализации межпредметных связей иностранного языка и экологии, которые рассматриваются как условие развития познавательного интереса обучающихся на примере знакомства с проблемами и перспективами Арктического региона. Приводится обзор проблем и перспектив сохранения и развития Арктического региона. В статье отмечается важность формирования познавательного интереса обучающихся к проблемам экологии и природы. Акцентируется внимание на современных технологиях обучения, положительно влияющих на качественное формирование у обучающихся экологического мировоззрения.

ABSTRACT: This article is devoted to issues of a foreign language and ecology intersubject links' implementation, which is considered as a condition for the development of pupils' cognitive interest by an example of acquaintance with problems and prospects of the Arctic region. The review of problems and prospects of preservation and development of the Arctic region is given in the article too. The article highlights the importance of forming the pupils' cognitive interest to the problems of ecology and nature. Attention is focused on modern educational technologies that influence positively the qualitative formation of students in the ecological worldview.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: межпредметные связи; экология; иностранный язык; сохранение и развитие Арктического региона; познавательный интерес; экологическое мировоззрение; проектная деятельность; игры; экологические квесты; экологические дебаты; кейс-стади.

KEYWORDS: intersubject links; ecology; foreign language; preservation and development of the Arctic region; cognitive interest; ecological worldview; project activity; games; environmental quests; environmental debate; case-study.

ОБ АВТОРАХ:

СКОРОБРЕНКО ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ, стипендиат Президента РФ, студент факультета иностранных языков Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, e-mail: kaktus0096@mail.ru

БЫСТРАЯ ЕЛЕНА БОРИСОВНА, доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой немецкого языка и МОНЯ Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, e-mail: bistraieb@cspu.ru

ОРЕХОВА ИРИНА ЛЕОНИДОВНА, кандидат педагогических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и медико-биологических дисциплин, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, e-mail: orehovail@mail.ru

ТЮМАСЕВА ЗОЯ ИВАНОВНА, доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности и медико-биологических дисциплин, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, e-mail: zit@cspu.ru

AUTHOR REVIEW:

IVAN SKOROBRENKO, Holder of a President's fellowship, Faculty of Foreign Languages' student, South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: kaktus0096@mail.ru

ELENA BISTRAY, Doctor of Sciences (Education), Academic Title of Professor, Head of the German Language and German Language Teaching Methods' Department, South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: bistraieb@cspu.ru

IRINA OREKHOVA, Candidate of Pedagogics, Associate Professor of the Life Safety and Biomedical Subjects' Department, South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: orehovail@mail.ru

ZOJA TYUMASEVA, Doctor of Sciences (Education), Academic Title of Professor, Head of the Life Safety and Biomedical Subjects' Department, South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: zit@cspu.ru

до 2020 года [8]. Во многом это обусловлено геополитическим, экономическим, экологическим, рекреационным и транспортным потенциалом Арктики. Как справедливо отмечают А.С. Биекенова и Н.С. Картамышева, общее пространство приарктических государств, которое формируется в единый Арктический регион, имеет колоссальные запасы природных ресурсов и уникальное географическое положение на пути развития новых транспортных путей, что повышает геополитическое значение региона и приводит к столкновению интересов ведущих государств мира, проявляющееся в политическом противостоянии и обострении конфликтов между странами [3]. Арктика является «домом» для ряда редких и эндемичных животных, обитателей морей, растений, насекомых. В Арктике сосредоточены огромные запасы воды и дру-

гих природных ресурсов. Следует также упомянуть, что Северный морской путь, являясь единственной магистралью, связывает все субарктические и арктические районы России.

С одной стороны, освоение Арктики – одна из приоритетных задач для России, поскольку в этом регионе сосредоточено значительное количество полезных ископаемых, углеводородов, имеется также существенный промышленный потенциал, поскольку льды Арктики и арктические пустыни скрывают под собой до 20% нефтяных и около половины газовых запасов России, месторождения редких металлов, золота, угля и других полезных ископаемых. С другой стороны, по утверждению Б.Г. Шерстюкова, суровые климатические условия Арктики в значительной мере препятствуют созданию там инфраструктуры и освоению обнаруженных боль-

ших запасов минеральных ресурсов Арктики, а самой большой и пока скрытой проблемой при этом являются изменение климата и неопределенность его будущего состояния [9]. Таким образом, наблюдается значительное противоречие между потенциалом Арктического региона и реальными возможностями для его освоения и активного применения на благо жизни людей.

Тем не менее, Арктика постепенно приобретает статус территории столкновения интересов ряда стран с различных точек зрения – экологической, политической, экономической, транспортной и даже военной. Именно поэтому постоянно возрастающая роль Арктического региона требует от России и других приарктических государств разработки качественно новых, инновационных и научно обоснованных подходов к освоению Арктики и прилегающих территорий. От того, насколько подрастающее поколение будет интересоваться проблемами Арктики, глубоко и внимательно изучать перспективы данного региона и предлагать альтернативные решения проблем реализации потенциала данного региона, зависит не только будущее самой Арктики, но и будущее нашей страны и мира в целом. Следовательно, проблематика сохранения и развития Арктического региона может быть органично вписана в круг вопросов для обсуждения в рамках разговорной темы «Защита окружающей среды» на уроках иностранного языка.

Как было отмечено нами выше, особую роль в процессе обучения иностранному языку и формирования познавательного интереса обучающихся к проблемам экологии играют технологии предъявления и отработки учебного материала. При этом отбор технологий обучения должен осуществляться преподавателем с учетом направленности личности каждого обучающегося, его знаний, умений, способностей, так как «утверждение гуманистических ценностей в современном обществе в качестве наивыс-

ших и приоритетных выдвигает на первый план гуманистическую парадигму образования, ставящую на первое место нравственное развитие ученика, его интеллектуальные потребности и межличностные отношения» [6, с. 244-245].

На наш взгляд, одной из таких технологий является технология проектной деятельности, интегрирующий в себе проблемный подход, включающий исследовательские и поисковые методы обучения. Е.С. Поллат определяет проектную деятельность как «определенную совокупность учебно-познавательных действий обучаемых, которые позволяют решить ту или иную проблему в результате самостоятельных познавательных действий и предполагающих презентацию этих результатов в виде конкретного продукта деятельности» [4, с. 3-9]. Мы уверены в том, что технология проектной деятельности имеет высокую ценность и эффективность при реализации межпредметных связей иностранного языка и экологии, открывая перед обучающимися широкие возможности для научного поиска и исследований, а также креативного и творческого опосредованного представления результатов. По определению Е.Н. Ястребцевой, образовательный проект представляет собой совместную учебно-познавательную, творческую или игровую деятельность учащихся, имеющую общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленные на достижение общего результата деятельности [11, с. 9]. Следовательно, работа над тем или иным проектом предполагает активизацию механизмов запоминания, переработки и творческой обработки информации с целью ее последующей передачи другим лицам, что способствует трансляции и распространению экологических знаний, коллективному обсуждению экологических проблем и поиску их альтернативных решений.

Мы полагаем, что в контексте реализации межпредметных связей иностранного

языка и экологии не меньшей эффективностью, чем технология проектной деятельности, обладают игровые технологии. Игры, как справедливо отмечал К.Д. Ушинский, являются отчасти собственным созданием человека, которое не проходит бесследно, а в известной мере способствует формированию его личности [12]. Безусловно, игры должны иметь экологическое содержание, опираться на реализацию системно-деятельностного и компетентностного подходов, носить практико-ориентированный характер, быть направленными на решение актуальных экологических проблем. Также в процессе формирования экологической культуры личности особо актуально применение такой инновационной технологии, как учебная деловая игра. В педагогике и предметных методиках деловые игры используют для решения комплексных задач усвоения нового и закрепления уже изученного материала, развития креативных, творческих способностей, формирования общеучебных знаний, умений и навыков, предоставляя обучающимся возможность понять и изучить тот или иной материал с различных позиций, отстаивать собственную аргументированную точку зрения по тому или иному вопросу. Следовательно, использование деловых игр позволяет в доступной и интересной форме проанализировать важную информацию, в процессе обсуждения и «мозгового штурма» найти воз-

можные решения поставленной в задаче экологической проблемы.

На сегодняшний день все большую популярность приобретает экологические квесты, способствующие решению одной из ключевых проблем в педагогической практике – формированию познавательной мотивации обучающихся, поскольку именно от качества ее сформированности зависит конечный результат всей образовательной системы [5]. Квесты, посвященные проблемам экологии и природопользования, направлены именно на активизацию познавательной деятельности обучающихся в области охраны природы, ставят своей целью привлечение их внимания к проблемам окружающей среды и воспитание бережного отношения к природе. Важнейшим преимуществом квестов является формирование у обучающихся умения работать в команде, совместно находить и анализировать на предмет эффективности решения проблемных ситуаций и нести за них ответственность.

Большую роль в развитии познавательного интереса обучающихся к проблеме экологии играют экологические дебаты, дискуссии по определенным темам. В процессе подготовки к дебатам обучающиеся изучают различные литературные и Интернет-источники, отстаивают и обоснованно защищают свою точку зрения, приводя аргументы «за» и «против». При этом обу-



чающиеся знакомятся с такими методами научного познания, как анализ и синтез, индукция и дедукция, абстрагирование, что в значительной степени формирует не только их познавательный интерес, но и картину мира.

Сегодня все большую популярность в процессе реализации межпредметных связей иностранного языка и экологии приобретает такая инновационная технология, как кейс-стади. Данная технология позволяет достоверно документировать различные ситуации в отношениях между природой и человеком, в которых существует определенный конфликт, определенная проблема, которую следует грамотно решить, что позволяет осуществить превентивные меры предотвращения различного рода недоразумений при встрече в реальной практической деятельности с той или иной ситуацией. Так, кейс-стади в значительной мере способствует экологической подготовке обучающихся, формированию у них поведенческих образцов, позволяющих им гармонично и

грамотно выстраивать взаимоотношения с природой, окружающим миром и самим собой.

В рамках кейсов обучающиеся перевоплощаются в роль действующих реальных лиц, хотя внутренне они понимают, что освобождены от их ответственности. Обучающиеся должны быть способны понять сложные взаимосвязи между реальными ситуациями или действующими лицами, самостоятельно собрать информацию и, что представляется особенно важным, они должны ориентироваться в теме, которой посвящен кейс. В реализации кейс-стади важна роль преподавателя как организатора, координатора, задачи которого – подготовка материала для кейсов, помощь в поиске дополнительной информации, обеспечение хода дискуссии. После предъявления кейса из реальной жизни обучающимся дается возможность найти дополнительную информацию по проблеме. На занятиях организуется дискуссия по поводу того, какое из приведенных решений является наиболее правильным. Так, использование технологии кейс-стади в

организации образовательного процесса способствует не только реализации межпредметных связей иностранного языка и экологии, но и направлено на развитие познавательного интереса обучающихся.

Эффективность перечисленных нами в данной статье технологий обусловлена их значительным образовательным потенциалом, высокой степенью вариативности, доступностью в использовании на учебных занятиях и актуальностью для обучающихся. Ожидаемым результатом реализации межпредметной связи иностранного языка и экологии как условия развития познавательного интереса обучающихся в контексте знакомства с проблемами и перспективами Арктического региона в личностной сфере станет формирование целостного экологического мировоззрения, включающего ответственное, осознанное и доброжелательное отношение к природе, развитие морально-экологического сознания и компетентности в решении экологических проблем на основе личностного выбора, формирование нравственного отношения к природе

и ответственного отношения к собственным поступкам по отношению к ней, а также формирование основ экологической культуры на основе признания ценности жизни во всех ее проявлениях и необходимости ответственного, бережного отношения к окружающей среде.

В метапредметной сфере результатами реализации вышеуказанной межпредметной связи станут умение самостоятельно определять цели познания экологии, ставить и формулировать для себя новые задачи в сфере экологии, развивать мотивы и интересы своей деятельности. Кроме того, это умение грамотно и продуктивно использовать информационные технологии, находить альтернативные пути достижения поставленных целей, оценивать правильность выполнения учебных задач, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, устанавливать причинно-следственные связи экологических процессов. Также к метапредметным результатам следует отнести сформированность умения организовывать учеб-

ное сотрудничество и совместную деятельность со сверстниками и преподавателем, работать индивидуально и в группе, находя при этом общие решения и разрешая проблемные экологические ситуации на основе согласования позиций и учета интересов.

Ожидаемым результатом в предметной сфере станет формирование дружелюбного и толерантного отношения к проблемам природы, оптимизма и выраженной личностной позиции в восприятии мира. Это также расширение и систематизация экологических и языковых знаний, формирование и совершенствование иноязычной коммуникативной компетенции.

В заключение следует сказать, что сегодня реализация на практике межпредметных связей иностранного языка и экологии в самом деле является условием развития познавательного интереса обучающихся к проблемам экологии, позволяя им не только расширять свой кругозор, но и совершенствовать практику иноязычного общения. Среди огромного количества вопро-

сов экологии в России и мире одно из важнейших мест занимает вопрос сохранения и развития Арктического региона, что обусловлено его геополитическим и экономическим положением, а также перспективами, которые открывают природные ресурсы этого региона. Этим обусловлена важность вопроса о том, каким образом эффективно, интересно и в то же время доступно донести эту информацию до обучающихся школ, колледжей, вузов, чтобы сформировать экологическое мировоззрение подрастающего поколения и ответственность за сохранение и развитие территорий Арктики для будущих поколений. Наиболее эффективные технологии реализации межпредметных связей иностранного языка и экологии были рассмотрены нами в данной статье в качестве условия развития познавательного интереса обучающихся при их знакомстве с проблемами и перспективами Арктического региона. Надеемся, что они будут полезны практикующим преподавателям иностранного языка, биологии и экологии.



ЛИТЕРАТУРА:

1. Быстрой Е.Б., Скоробренко И.А. Формирование личности бакалавра педагогики путем активизации познавательного интереса // *Личность, интеллект, метакогниции: исследовательские подходы и образовательные практики. Материалы II-й Международной научно-практической конференции 20-22 апреля 2017 г.*, Калуга, Россия. – Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2017. – С. 448-454.
2. Гурьев, А. И. Межпредметные связи. Теоретический и прикладной аспекты: Монография /А. И. Гурьев, А. В. Петров // Под ред. А. В. Петрова. – Горно-Алтайск: ПАНИ, 2002. – 256 с.
3. Картамышева Н.С., Биекенова А.С. Арктика и развитие арктической зоны // *Молодой ученый*. – 2015. – №13. – С. 333-337. – URL <https://moluch.ru/archive/93/20714/> (дата обращения: 23.07.2018).
4. Полат Е.С. Метод проектов на уроках иностранного языка // *Иностранные языки в школе*. – 2000. – № 3. – С. 3-9.
5. Радецкая И.В., Сорока И.Ю., Варфоломеева О.Г. Современные образовательные технологии в системе дополнительного образования детей // *Педагогический журнал Башкортостана*. – 2015. – № 5 (60). – С. 84-90.
6. Райсвих Ю.А., Скоробренко И.А. Знакомство с основами культуры здорового образа жизни на уроке иностранного языка как элемент формирования аксиологической направленности личности школьника // *Язык и культура: сб. материалов X междунар. науч.-практ. конф. Челябинск, 18 марта 2015г.* / Челябин. гос. акад. культуры и искусств; ред.-кол.: В.Б. Мещеряков, А.П. Нестеров. – Челябинск: ЧГАКИ, 2015. – С. 244 – 247.
7. Скоробренко И.А., Орехова И.Л. Организационно-педагогические условия формирования экологической культуры будущих учителей // *Экологический ежегодник*, 2017 г. № 10, С. 68-70.
8. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года: утверждена Президентом РФ 08.02.2013 № Пр-232.
9. Шерстюков Б.Г. Климатические условия Арктики и новые подходы к прогнозу изменения климата // *Арктика и Север*. – № 24. – 2016. – С. 39-67.
10. Щукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. Учеб. пособие / Г. И. Щукина. – М.: Просвещение, 1979. – 160 с.
11. Ястребцева Е.Н. Современная городская школьная медиатека: Модель технического оснащения и возможные формы организации работы. – М.: НИИСОиУК. – 1992. – С. 9
12. Яцковец, А.С. Взгляды отечественных и зарубежных ученых на феномен игры / А.С. Яцковец // *Известия РГПУ им. А.И. Герцена*. – 2008. – № 68. – С. 190-205

ЭЛЕКТРОННЫЙ ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПРОЕКТ «ВЕЛИКАЯ СЕВЕРНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ (1733-1743 ГГ.)»

ELECTRONIC INTERACTIVE PROJECT “GREAT NORTHERN EXPEDITION (1733-1743)”

[Автор. Е.Ф. Бычкова]

К сожалению, большинство наших современников, изучив в школьных курсах истории и географии темы освоения российскими землепроходцами и мореплавателями территорий Сибири и Дальнего Востока, очень смутно представляют себе масштаб этого деяния. События, связанные с Великой Северной экспедицией (ВСЭ), частично известны широкой публике, но практически никогда не воспринимаются в совокупности и в масштабе. А ведь это действительно Событие в нашей истории, последствия которого отразились на политике, экономике (даже современных), уже не говоря об огромном вкладе практически во все направления научных исследований.

Проект экспедиции был представлен Витусом Берингом и имел целью отыскание морского пути в Японию, а также всестороннее исследование и описание севера Сибири. Указ об организации экспедиции, названной «самой дальней и

трудной и никогда прежде не бывалой» был представлен на высочайшее утверждение Императрице Анне Иоанновне 28 декабря 1732 г. Экспедиция продолжалась около десяти лет с 1733 по 1734 год (Рисунок 1).

В экспедиции приняло уча-

стие несколько тысяч человек, из которых 550 занимались непосредственно научными исследованиями. В результате было описано почти все русское побережье Ледовитого океана, берега Охотского и Берингова морей, открыты

АННОТАЦИЯ: В 2018 г. исполняется 285 лет с начала работы первой государственной масштабной экспедиции по изучению северных и восточных территорий Российской Империи. Благодаря работе отрядов экспедиции, было описано побережье Северного Ледовитого и Восточного (Тихого) океанов, создана Генеральная Карта Российской Империи. В статье рассказывается об уроке «Великая Северная экспедиция» – электронном интерактивном проекте, включающем не только информацию об экспедиции, но и методические разработки уроков по экологии в рамках различных школьных предметов, в том числе библиоурока, опирающегося на изучение отчетов и материалов участников Второй Камчатской экспедиции Беринга.

ABSTRACT: In 2018, it is 285 years since the first state-funded large scale expedition to explore the northern and

eastern territories of the Russian Empire. The expedition crew described the Arctic and the Eastern (Pacific) Ocean coasts and generated the Map of the Russian Empire. The author presents the Great Northern Expedition lesson – the digital interactive project comprising information on the expedition along with the methodological recommendations for ecological lessons to be held at secondary schools within various disciplines, including the library lesson based on the reports and other materials of the Second Kamchatka Expedition of Vitus Bering.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Великая Северная экспедиция; Арктика; экология; библиоурок.

KEYWORDS: Great Northern Expedition; Arctic region; ecology; library lesson.

РИСУНОК 3. ОБЛОЖКА ЮБИЛЕЙНОГО УРОКА «ВЕЛИКАЯ СЕВЕРНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ»



Тыймыр и Аляска, Алеутские и Командорские острова. Составлена «Карта генеральная Российской империи, северных и восточных берегов, прилежащих к Северному Ледовитому и Восточному океанам с частью вновь найденных через морские плаванья западных аме-

риканских берегов и острова Япона» (Рисунок 2). А также собраны обширные материалы по географии, геологии, ботанике, зоологии и этнографии севера Сибири и Дальнего Востока [1].

В рамках проекта «Юбилейный урок» методического центра Департамента образо-

вания города Москвы методистами ГМЦ, учителями школы №1288 и сотрудниками ГПНТБ России был реализован специальный проект – урок «Великая Северная экспедиция». Суть его – в создании интерактивного тематического электронного ресурса, содержащего тексты,

РИСУНОК 2. ГЕНЕРАЛЬНАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ (1745 Г.)



РИСУНОК 1. ВЕЛИКАЯ СЕВЕРНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ



Интересные факты:

— Маршрут экспедиции проходил по территории 38 субъектов РФ [1]
 — Многие заповедные ныне места впервые были описаны участниками экспедиции. На настоящий момент по маршруту следования экспедиции функционирует 9 заповедников [1]

публикации, видеоматериалы об экспедиции. Невозможно объять необъятное, а материалы экспедиции действительно очень объемны, но разработчики очень старались. На рисунке 3 представлена обложка урока, а с его содержанием можно ознакомиться на сайте методического центра Департамента образования г. Москвы [2].

Важной составляющей ресурса являются методические разработки уроков по экологии в рамках различных школьных

ОБ АВТОРЕ:

БЫЧКОВА ЕЛЕНА ФЕЛИКСОВНА, кандидат пед. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель группы развития проектов в области экологии и устойчивого развития ГПНТБ России. E-mail: bef@gpntb.ru, bef001@mail.ru

AUTHOR REVIEW:

ELENA BYCHKOVA, Cand. Sc. (Pedagogy), Leading Researcher, Head of Ecology and Sustainable Development Projects, Russian National Public Library for Science and Technology. E-mail: bef@gpntb.ru, bef001@mail.ru

РИСУНОК 4. СТРАНИЦА ЮБИЛЕЙНОГО УРОКА «ВЕЛИКАЯ СЕВЕРНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ»



Цитаты:

«Ударив копьём по воде, редко не попадешь при этом в рыбу. Медведи, собаки и другие животные своими мордами и лапами больше рыбы, чем в других местах люди добывают ее всеми своими рыболовными орудиями и сетями. Сети с мешками, или неводы, оказываются по этой причине на Камчатке непригодными: их нельзя вытащить на берег, так как они рвутся от обилия рыбы. Поэтому туземцы пользуются плоскими сетями, устроенными наподобие тех, которые служат для ловли птиц» (Стеллер, г. В. Описание земли Камчатки).

«Некоторые (например — «Staat von Sibirien») хотят ослабить сибирские народы как ленивые из-за того, что они не делают запасов больше, чем нужно для поддержания жизни, и если они летом обеспечили себя пропитанием на зиму, то потом поглощают его без какой — либо затраты труда. Я же полагаю, что в этом надо скорее усматривать умеренность, заслуживающую похвалы» (Миллер г. Ф. Описание сибирских народов).

предметов. Это диктант с анализом текста и оценкой грамотности на уроке русского, творческие задания на уроке английского, упражнения на овладение грамматикой французского языка, изучение оригинальных биографий участников экспедиции немецкого происхождения. В курсе истории представлена рабочая тетрадь по истории Камчатки. На географии обучающимся предлагается изучить маршруты отдельных отрядов экспедиции. Эти уроки разработаны Педагогическим коллективом ГБОУ «Школа № 1288 имени Героя Советского Союза Н.В. Троян». На уроке математики предлагается решить задачи, зачастую необходимые для выживания в экспедиции. В таблице 1 представлены примеры таких задач. Материалы представлены в основном для обучающихся 5-9 классов, но идеи могут быть использованы и адаптированы для самых разных возрастов.

При подготовке уроков решалась непростая задача — урок должен быть по предмету, при этом должны рассматриваться экологические проблемы, и все это на материалах экспедиции. В принципе, используя такой ресурс, можно провести мероприятие в масштабе всей школы.

ГПНТБ России осуществляла информационную поддержку проекта. Необходимо было найти и оценить публикации, посвященные работе экспедиции. Это, прежде всего, отчеты участников, и написанные ими по возвращении из экспедиции книги (Г.Ф. Миллер «История Сибири» и «Описания Сибирского царства»; С.П. Крашенинников «Описание земли Камчатки»; г. В. Стеллер «Описание земли Камчатки»; С. Ваксель «Вторая камчатская экспедиция Витуса Беринга»), научная и научно-популярная литература об экспедиции. Предпочтение отдавалось изданиям, полные тексты которых доступны в Интернет, а следовательно, могут использоваться в работе. Всего в проекте представлено 25 книг, не то, чтобы забытых, но, к сожалению, малочитаемых современниками (Рисунок 4). Тем

ТАБЛИЦА 1. ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ (УРОК «ВЕЛИКАЯ СЕВЕРНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ»)

	<p>Длина береговой линии острова Беринга равняется 257,4 км. На сколько метров больше придется пройти лодке в 50 метрах от береговой линии по всему периметру острова?</p> <p>Ответ дайте в километрах.</p>
	<p>Северный морской путь — кратчайший морской путь между Европейской частью России и Дальним Востоком. Северный морской путь проходит по морям Северного Ледовитого океана (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское). Протяженность Северного морского пути от Карских Ворот до мыса Дежнёва составляет порядка 2500 морских миль. Средняя продолжительность транзитного прохождения СМП в 2016 году составила 14,3 суток. Какова средняя скорость в км/час транзитного прохождения (1 морская миля=1,852 км)?</p> <p>Объясните, от чего зависит скорость прохождения судов по СМП.</p>
	<p>С 1743 по 1763 годы на Командорских островах зимовало несколько партий промышленников общей численностью до 50 человек. Все они безжалостно выбивали морских коров ради мяса. Один из участников экспедиции Беринга говорил, что от одной забитой коровы можно было получить до 3 т мяса, и его хватало для пропитания 33 человек в течение месяца. Гарпунили стеллеровых коров очень жестоко. Только 1 корова из 5 доставалась добытчикам, остальные вырывались и истранные погибали в море.</p> <p>Сколько было уничтожено редчайших стеллеровых коров за этот период?</p>

Автор задач: Грунский Богдан Евгеньевич, учитель математики ГБОУ Школа № 1596. Другие примеры, а также решения задач можно посмотреть, обратившись к материалам урока.



ОТЯДЫ ВЕЛИКОЙ СЕВЕРНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ [1]



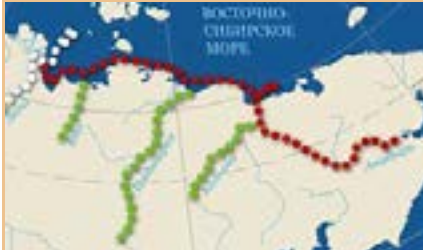
1. – побережье Баренцева и Карского морей от Архангельска до устья Оби – Двинско-Обский отряд (1733-1739);



2. – северное побережье России от устья Оби до Енисея (Обско-Енисейский отряд (1733-1742))



3. – северное побережье России между Енисеем и Колымой (Ленско-Енисейский отряд (1735-1742))



4. – северное побережье России между Леной и Колымой (Ленско-Колымский отряд (1735-1742))



5. – водное пространство между Камчаткой и Аляской (отряд Беринга-Чирикова (1740-1742))

6. – Охотское море и Амурский лиман, острова Курильской гряды, морской путь из России в Японию (южный отряд Шпанберга (1738-1742))
7. – естественно-географическое и историческое описание пути из Санкт-Петербурга до Камчатки (Академический отряд (1733-1746))

Интересные факты:

В ходе экспедиции были проведены наблюдения и организованы исследования, которые впоследствии легли в основу ряда фундаментальных трудов ученых Академии наук [1]:

- организация метеорологических наблюдений в разных областях России.
- осмотр и приведение в порядок местных архивов (найденны материалы, опи-

сывающих историю и географию края, сняты копии с важнейших документов);

- изучение и описание флоры и фауны, составление коллекций редких растений, геологические исследования;
- создание реестров поселений;
- изучение и описание образа жизни, обычаев и обрядов местных жителей.

не менее, в большинстве своем они написаны хорошим языком, содержат много полезных и интересных сведений. Для облегчения работы с книгами составлены подробные аннотации, а в ряде случаев – представляются небольшие цитаты, содержащие необычные факты, знакомство с которыми может побудить к чтению книги.

Также в рамках проекта сотрудниками ГПНТБ России был подготовлен библиоурок, отличающийся от традиционного тем, что главная его задача пробудить интерес к книге, а уже через нее – и интерес, собственно, к предмету изучения. Методическая разработка такого урока представлена в разделе «Биология». В основу его взята история Второй камчатской экспедиции Витуса Беринга на кораблях «Св. Петр» и «Св. Павел». Экипаж пакетбота «Св. Петр», мучимый цингой, был вынужден зазимовать на острове (ныне о-в Беринга, Командорские острова). Участниками

экспедиции г. В. Стеллером и С. Вакселем впоследствии был подробно описан животный мир островов, который они наблюдали во время зимовки. Примечательно, что несмотря на тяжелые условия, смертность резко снизилось (погибли в основном те члены экипажа, которые заболели цингой еще во время плавания). По свидетельству участников экспедиции, это произошло в основном из-за большого количества птицы, зверя и рыбы, на которых они охотились. В настоящее время из 12 видов наиболее популярных среди зимовщиков два (ба-клан Стеллера и стеллерова корова) уничтожены полностью. Восемь занесены в Красную книгу. Что характеризует экологическую ситуацию региона. Но, наверное, в данном случае, гораздо важнее не понимание состояния популяций, а знакомство с хорошо и доступно написанными (и, тем не менее, все равно научными) трудами участников экспедиции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Великая северная экспедиция [Электронный ресурс] / Экологический раздел сайта ГПНТБ России – Режим доступа: <http://ecology.gpntb.ru/ecolibworld/GreatNorthExpedition/> (дата обращения 29.09.2018).
2. Бычкова в. Ф. Великая Северная экспедиция [Электронный ресурс] / А. А. Рузавин, В. К. Туркина, Е. Ф. Бычкова, Бычков С. А., Грунский Б. Е. и др. // Городской методический центр. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <http://slovo.mosmetod.ru/proekty/proekt-yubilejnyj-urok/itemlist/category/479-velikaya-severnaya-ekspeditsiya> (дата обращения 29.09.2018).



ЧЕЛОВЕК РИСУЮЩИЙ MAN DRAWING

[Авторы:
Я. И. Орестов, Е. О. Пыленкова]

ЗАРИСОВКА ПРО ХУДОЖНИКА ЯРОСЛАВ ОРЕСТОВ

Лиза Пыленкова – художник. Так она сама себя назовет при знакомстве, да и другие тоже не запинаятся – художник. Еще она мать четверых детей, педагог, фермер, поэт и путешественник и прочая и прочая. Но, главное, – художник.

Но это, если вы спросите ее.

Если спросить меня (а я знаком с Лизой без малого 15 лет), то я поставлю ее педагогическое искусство наравне с рисованием. Я сам у нее учился и видел, как она это делает.

Больше всего меня удивляет в ее подходе к преподаванию, то, что ей как бы не очень важно, сколько и каких учеников перед ней. Она с равным успехом преподает малышне и людям пенсионного возраста, одному человеку или группе из тридцати учащихся.

Более того, она преподает не просто предмет, а, скорее всего, уверенность, что нет никаких «специальных» людей, самой судьбой призванных к рисованию, а есть люди, которые просто не знают, что они умеют рисовать.

Вот она подходит к девочке, которая попала на ее курс почти случайно – «мама привела...», смотрит на ее работу (а у Лизы название «Рисунок» – дурной тон, всегда только – работа), затем приближается к ней и как бы нечаянно набрасывает ей на плечи край своей шали. Они сидят так вполубнимку несколько минут, и я знаю, что если и разговаривают в это время, то, скорее всего, не о рисовании. Девочка согревается, успокаивается и проникается уверенностью, что здесь ее ругать не будут, и ничего страшного в этом рисовании нет.

Тут она, конечно, ошибается. Страшного, действительно, нет, но суровое слово – работа, будет теперь неотъемлемой частью ее занятий.

Вы можете сколь угодно долго дружить с Лизой, но не надейтесь, что если от урока осталось пять минут, то вы их проведете в блаженном безделье. О, нет! Вы успеете начать новое задание, а там, глядишь, и выполнить его.

«Спина художника должна быть мокрой от усталости и напряжения», – говорит она и подает пример, успевая за какие-то крохотные кусочки свободного времени и рисовать, и готовить выставку, и воспитывать и детей, и художников.

Лиза – станковый график, пастелист. То есть она рисует цветными мелками на шершавой бумаге довольно большие композиции, в основном пейзажи.

Под ее рукой возникают сотни нежных и светлых картин и нашей российской земли, и земель сопредельных и далеких.

«Вот, Елизавета Олеговна, вам деньги, путевка. Знаете, съездите на пару недель на остров Таити, только с условием – никакой работы и рисования – только отдых!».

Ага! Это насквозь фантастический диалог! Такого быть не может.

В ее многочисленных блокнотах – сотни и тысячи маленьких квадратиков и прямоугольников с намеченными композициями будущих картин, этикие миниатюрные черновики.

«У меня намечено до конца месяца доделать еще 10 работ», – говорит она, и... она их доделает.

Лиза – в основном пейзажист, и больше всего она любит и умеет рисовать мир заповедный.

Заполярье, Карелия, Валдай, Кавказ, Прибалтика, Байкал... Начал я вспоминать от противного – а чего еще нет в ее творчестве... Ну, может быть, до Сахалина еще не доехала.

Но недавно в Гималаях была. И много блокнотиков с эскизами будущих композиций уже скопились в ее столе.

Лиза – веселый и общительный человек, пока не прозвенел звонок на урок... Тут она становится удивительно сосредоточенной и занимается одной проблемой – тем самым учеником, который сидит перед ней.

Это может быть угрюмый подросток, в силу возраста ненавидящий потихоньку весь мир, или взрослый человек, который сам подсмеивается над своим поздним увлечением... Перед рисованием все равны! Это как в теории относительности – начинаем отсчет от скорости света и все тут!

Лиза, по опыту своей деятельности знает, что рисование это и искусство, и ремесло, и лекарство. Иногда горькая пилюля, иногда эликсир молодости, но поможет всегда, если ты доверяешь своему преподавателю и готов работать вместе с ним.

Везде, где Елизавета Олеговна ведет курс «Палитра природы», на ее занятиях – аншлаг. Хотя по предварительной записи принимай. Но Лиза не отказывает никому, и, если во время урока вдруг в скрипучую дверь просовывается любопытный нос: «А можно мне тоже послушать?» – ответ один: «Садись, есть чем рисовать? Вот у меня со стола возьми...»

Моя любовь к северу – давняя! Больше 20 лет, прервав все домашние дела, буквально вырываясь из Московской «текучки», я приезжаю в заполярье. Это Мурманск, Хибинны, Ловозерские тундры, Чуна – тундра (Лапландский заповедник), а в этом году – Териберка, полуострова Рыбачий и Средний.

Здесь – мои места силы. Много воздуха, вечный ветер, совсем нет ночи, зелено-голубой покой. Каждый год я выбираюсь сюда, иду на перевалы, тащу рюкзак, молюсь, чтобы хватило сил еще вернуться. Сама природа Арктики настраивает на простой и даже аскетичный стиль жизни. В горном походе чувства острее, мысли яснее, а простые вещи, как горячий чай и сухие ноги, напоминают, как мало земного на самом деле нужно человеку. Выжить, выстоять – девиз тундры. Скалы под пронзительным ветром, чудесные мхи под снегами, птицы – в их короткое лето,



деревья в дефиците почвы и тепла. И как выверена, как разумна, как логична жизнь природы! Возможно, потому и народ то тут особый – из тех, кто задержался, зацепился или просто полюбил.

За эти годы увеличился северный поток туристов. По-

рой на Хибинский перевал – очередь, выросло количество джиперов на трассе Кола, а забытая богом Териберка уж совсем удивляет. В четвертый раз в июле там проходит фестиваль «Териберка. Новая жизнь». В этом году более 4000 человек буквально

но заполнили окрестности. Слушали рок и джаз, купали сувениры, обживали тундру, залезали в озера и водопады.

А еще в этом году был Байкал – Байкальская международная школа (Бурятия, берег Байкала). До Иркутска – 220 км. Поселок Танхой, с населением около 1000 человек, оживает, принимая детей из разных уголков России на интеллектуальную смену экологического лагеря. Дети выбирают секции: астрономия и физика, гидрология, геоботаника, орнитология, экологический мониторинг и...изобразительное искусство.

Молодые ученые занимаются исследованиями, проводят анализ, готовят отчеты, оформляют доклады, защищают их перед экспертами. Ну а художники? Итог их пленэра – выставка работ.

Давать детям художественную грамотность, основные навыки – как компоновать в листе, как штриховать, что может кисть, как писать акварель тремя цветами и еще многое – это программа минимум. Учить для того, чтобы не подвели глаз и рука, когда восхитит и захватит красота окружающего мира.

Уроки проходят в студии и на маршрутах. Пример – тропа в предгорья Хамар-Дабана по территории Байкальского государственного биосферного заповедника. Как тут не



восхититься? Кедры шумят, папоротники в бликах солнца, реки бирюзовые, небо совсем близко...

А ну-ка, доставайте блокноты! Что выбрал для рисунка ты?

Вот тут и происходит самое главное. Ребенок начиная рисовать, должен вглядеться, сформулировать для

себя чем именно залюбовался и что хочет изобразить.

Рисующий человек – прекрасен. Он смотрит на мир другому, вдумчиво, с особым интересом. Он задает вопросы и вникает в суть. А вкладывая свои силы, внимание и время – начинает любить. Так исподволь, легко и естественно прививается любовь ко всему живому. Это конечно – программа максимум.

И если даже «прорыва» не случилось, то останется уверенность руки, умение понимать произведения искусства, узнавать технику и ценить труд художника.

«Человек рисующий» – это не про результат. Как с модных мастер-классов не вынесешь готовую картинку. Иногда не вынесешь материального ничего. Но рука теперь легко проводит ровную линию, штрих ложится серебром, росчерк, оставленный ТВОЕЙ кистью, становится легким и уверенным.

Традиция ведения полевых дневников жива и в наше



АННОТАЦИЯ: Статья рассказывает о художнике и педагоге Елизавете Олеговне Пыленковой и её программе «Человек рисующий». Программа разработана для детей и взрослых любого уровня подготовки и основана на мысли, что увидеть что-то по-настоящему можно только тогда, когда это нарисуешь.

ABSTRACT: The article tells about the artist and teacher Elizaveta Olegovna Pylenkova and her program "Man drawing". The program is designed for children and adults of any training level and is based on the idea that you can see something really only when you draw it.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: художник, обучение рисованию, человек рисующий пейзаж, пленэр.

KEYWORDS: Key words: artist; drawing training; man drawing; landscape, plein-air.



ОБ АВТОРАХ:

ОРЕСТОВ ЯРОСЛАВ ИГОРЕВИЧ, ландшафтный архитектор, ветеран лесоустройства, участник и организатор волонтерских проектов на особо охраняемых природных территориях orestov12@gmail.com

ПЫЛЕНКОВА ЕЛИЗАВЕТА ОЛЕГОВНА, художник, член Творческого союза художников России, член Русского географического общества sollibycho@list.ru

AUTHOR REVIEW:

ORESTOV YAROSLAV IGOREVICH, Landscape designer, veteran of forest management, participant and organizer of volunteer projects for specially protected natural sites, orestov12@gmail.com

PYLENKOVA ELIZAVETA OLEGOVNA, Artist, Member of the Artists' Union of Russia, Member of the Russian Geographical Society sollibycho@list.ru

время и поддерживается не только историческим интересом, но и растущим пониманием, что фотоаппарат порой слабее рисунка передает характер и особенности предмета. Натурное рисование в них – особый способ познания мира. наброски и дневники для художника – богатство. Его суть. Они – хранилище главного – мысли о мире. Увидеть что-то настоящему можно только тогда, когда это НАРИСУЕШЬ! Сегодня стали очень популярны скетчбуки. Маркеры и линеры – друзья руки. Ну и прекрасно!

А что изобразить? На нашем пленэре очевидно – тра-

вы и облака, штормящий Байкал, телескопы и бинокляры, наставники и ученики, свежий танхойский хлеб – словом – портрет нашего лета!

Всего за 5-6 рабочих дней собирается около 80 работ. Таких разных! Акварели и рисунки, «почеркушки» и более проработанные листы. Их надо оформлять, составлять этикетаж, развешивать, подсвечивать. Тут-то дети узнают, как делать выставку и сколько профессий задействовано в ней, какой это большой труд. Будут и живые цветы на открытии, и книга отзывов. Все как положено! И сами отзывы. Как это важно в 13, в 15 лет прочитать слова

благодарности и восхищения себе и своим работам.

Программа «Человек рисующий» – это о шаге в новое, не смотря на страх! Это о трудолюбии, усидчивости и созерцании. Это о том моменте, когда отключен телефон и нет течения времени... Это что-то из прошлого в наш век суеты и гонки на результат.

Если тебе рисовать легко, значит это – не урок, значит ты уже «здесь когда-то был». А для НОВОГО у тебя есть чистый лист бумаги и рядом Наставник.

Мне хочется верить, что люди ищут красоту, стремятся к ней. Художник может и должен подсказать, как она хрупка и как нам в ней себя вести. Это не правда, что он рисует только для себя. Ему обязательно нужен диалог.

Я пишу пейзажи в реалистичной манере. Просто и узнаваемо. На последней выставке одна женщина, глядя на мои работы, сказала: «какую страну потеряли!» Она четко поняла мою тревогу и опасение. Спасибо ей! Только пока не все потеряно.

По крайней мере я знаю, что могу сделать. Для зрителя останутся мои пастели, а для отважных – курс натурного рисования. Не все потеряно пока любимея и рисуем!



Ежегодный научный журнал «**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЕЖЕГОДНИК**» № 11, 2018 г.
Учредитель: ООО «Дижитал», 454084, г. Челябинск, ул. К. Либкнехта, 2, офис 205.
Тел.: +7 (919) 346-35-55, +7 (909) 084-40-08
e-mail: postoffice-box@yandex.ru
Тираж 1000 экземпляров. Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых
коммуникаций и охране культурного наследия.
Свидетельство ПИ № ФС 77-28161 от 24 мая 2007 г.
Распространение: территория Российской Федерации.
Отпечатано в типографии «АТ-групп».

ISSN 2310-8371



9 772310 837003