

Министерство образования
и науки Российской Федерации



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Сборник трудов XVII международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19–20 мая, 2023 г.) включает статьи, посвященные различным теоретическим и практическим аспектам экологической безопасности

Кафедра Экономики природопользования

Научное электронное текстовое издание

© УрФУ

2023

Рецензенты:

д-р экон. наук, проф. *В. А. Антропов* (Уральский государственный университет путей сообщения);

д-р экон. наук, проф. *В. П. Ануфриев* (Уральский центр энергосбережения и экологии)

Редакционная коллегия:

Председатель – д-р техн. наук, проф. *Е. Р. Магарил* (отв. редактор)

Члены редколлегии:

канд. хим. наук, доц. *И. В. Рукавишникова* (отв. за выпуск);

канд. экон. наук, доц. *М. В. Березюк*;

канд. биол. наук, доц. *Ю. В. Пластинина*;

канд. экон. наук, доц. *А. В. Румянцева*;

канд. хим. наук, доц. *Л. М. Теслюк*.

Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XVII международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19–20 мая 2023 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2023. – 369 с.

В сборник включены статьи, представленные на XVII международной научно-практической конференции «Система управления экологической безопасностью». Материалы охватывают широкий диапазон научно-методологических, теоретических и прикладных аспектов обеспечения экологической безопасности.

Особое внимание ученые вузов и научно-исследовательских институтов, инженеры-экологи, сотрудники государственных органов, аспиранты, магистранты и бакалавры, принявшие участие в конференции, уделили анализу воздействия промышленного и автотранспортного комплекса на окружающую среду, вопросам реализации инновационных разработок, направленных на выявление и снижение техногенного воздействия на среду обитания, экономическому и правовому регулированию природопользования, формированию экологического мировоззрения.

Ответственность за содержание публикуемых материалов несут авторы статей.

© Уральский федеральный университет, 2023

Оглавление

РАЗДЕЛ 1. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	8
Д. А. Журавлев. РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГОВЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ОНЛАЙН-ПРОДАЖИ ВТОРСЫРЬЯ: АНАЛИЗ ТЕКУЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ.....	8
С. В. Копылов, Ю. В. Пластинина. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ.....	15
А. И. Силкин, Н. В. Дукмасова. ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА НА ПРИМЕРЕ ШВЕЦИИ	21
А. А. Спиридонова, Н. В. Дукмасова, Л. М. Теслюк. ЭКОНОМИКА И ЭКОЛОГИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТОВ.....	26
М. А. Юрчик, А. Ю. Бояринов. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИРЖЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ.....	32
РАЗДЕЛ 2. ПРИРОДООХРАННАЯ ПОЛИТИКА. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. МЕТОДОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	39
Н. С. Евдоченко, А. М. Тихонова, М. В. Березюк. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	39
А. П. Караева, Е. Р. Магарил. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА ОБЪЕКТАХ ТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	46
О. В. Литвинова, А. Ю. Бояринов. ПЕРЕОРИЕНТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА РОССИИ	51
Н. В. Махнева, М. В. Березюк. ТКО В РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	59
Е. Н. Мелентьева, А. В. Румянцева. ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ	66
Д. Е. Рогова, А. В. Румянцева. ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПОЛИТИКИ СОЕДИНЕННЫХ ШТАТОВ АМЕРИКИ	72
Е. К. Самойлов. ПРИМЕНЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ РЕНОВАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНДУСТРИАЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ МЕТОДОМ LCA.....	78

А. Е. Семерикова, А. В. Румянцева. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА: ЭВОЛЮЦИЯ ПАРАДИГМ	85
В. Д. Федченко, Н. В. Дукмасова, Л. М. Теслюк. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЯ КАНАДЫ.....	90
Ж. Ю. Хаустова, А. В. Румянцева. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК АСПЕКТ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ.....	95
К. В. Хацевский, Ж. В. Костерина. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА	102
А. А. Цыганова, Е. Л. Ионас. ОЦЕНКА ПРАВОВОГО РЕЖИМА ЗАКАЗНИКОВ В РБ	107
А. А. Цыганова, Е. Л. Ионас. ПРАВОВАЯ ОХРАНА РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ ИЗЧЕЗНОВЕНИЯ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ В РБ	111
М. Р. Чащин. ОБЗОР ЦИФРОВЫХ ПРОДУКТОВ В СФЕРЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ	115
Ю. С. Шабалина, М. В. Березюк. ВКЛАД РЕГИОНАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	122
Я. М. Щелоков, В. Г. Лисиенко, Ю. Н. Чесноков, А. В. Лаптева. К ВОПРОСУ О КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ	128
РАЗДЕЛ 3. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	132
М. А. Булышко, А. А. Хрипович. НАКОПИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ СНЕЖНОГО ПОКРОВА	132
Л. А. Веремейчик, Л. С. Герасимович. УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	137
М. А. Герасимова, Н. В. Дукмасова. ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ, ПЕРЕРАБОТКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ	143
А. А. Давлетбаева, А. Ю. Бояринов. ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТА В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	147

А. А. Давлетбаева. ВОЗДЕЙСТВИЕ ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	153
К. В. Ермакова., Т. М. Сабирова. ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНОГО ИЛА НА АДСОРБЦИОННУЮ ДООЧИСТКУ СТОЧНЫХ ВОД.....	158
Н. А. Заменин, Л. Л. Абржина. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	163
М. В. Иванов. НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС АРКТИКИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ РЕГИОНА	170
В. В. Романенко, Д. Е. Ильиных, А. В. Малявин, К. В. Петухов, М. В. Волкова, К. Н. Пестов. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОЧИСТКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ	174
Е. О. Сторожева, А. В. Румянцева. АНАЛИЗ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ.....	179
А. А. Трофимова. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕГАЗА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ	185
Д. Д. Хисматуллин, И. В. Неволлина,	190
ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	190
А. А. Цыганова, Салеме Али Яссер. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	195
В. Н. Яглов, Е. А. Евсеева, Н. А. Кречко. ГАЗОБЕТОН НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ БЕЛАРУСИ.....	200
РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ....	203
Г. А. Бурак, А. А. Меженцев. ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	203
В. А. Горбунова, Л. М. Слепнева, А. О. Черная. КАРБОНАТ-СИЛИКАТНЫЙ СОРБЕНТ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ	208
А. И. Гуляева, И. В. Рукавишникова. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИИ <i>VORTEX BLADELESS</i> КАК ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ РЯДА ПРОБЛЕМ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ	211
А. С. Дунская, Л. М. Теслюк. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ИРАКА	215
В. Д. Жуков, Л. Л. Абржина. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	220

О. С. Зальгина. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	225
А. Д. Комиссарова, Л. М. Теслюк. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ВЕНЕСУЭЛЫ	231
Н. В. Лосева, Ю. О. Эдилова, В. И. Салоутин, Д. Н. Бажин, Л. Л. Абржина. СИНТЕЗ ЕНАМИНОКЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ АЛКОКСИЕНОНОВ	237
Н. Ю. Макаревич. МЕТОД РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	244
И. В. Мелихов. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНУТРЕННЕГО ЗАПОЛНЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ ЛОПАТКИ НА ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ	249
И. В. Неволлина, В. А. Брагин. УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОСЛЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ	255
Д. И. Петлина, Л. М. Теслюк. ПЕРЕРАБОТКА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В РОССИИ	261
М. Б. Рафиков, К. А. Щербаков. ОПЫТ СОЗДАНИЯ СТЕНДА НИЗКОСКОРОСТНОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	266
С. О. Сафонова, М. В. Березюк. РЕЦИКЛИНГ МЕТАЛЛОВ КАК ЗАКОНОМЕРНОЕ РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ	271
А. Е. Семерикова, Е. Р. Магарил. АНАЛИЗ ЛУЧШИХ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРАКТИК В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ТЭС.....	277
Ж. Ю. Хаустова, Л. Л. Абржина. ЗЕЛЕНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ	282
Ж. Ю. Хаустова, М. В. Березюк. РАЗВИТИЕ ПРОЕКТОВ ВИЭ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ РФ	287
Ж. Ю. Хаустова, И. В. Рукавишникова. ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ И ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА	294
Л. А. Шибека, Д. В. Мытько. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	300
Д. А. Шилкина, А. М. Гонопольский. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАЩЕНИЯ С КОНЦЕНТРАТОМ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	305

РАЗДЕЛ 5. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННО- ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ	311
И. Е. Алексеева, А. М. Бессонова, П. С. Зеленковский. ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В РАЙОНЕ ОСНОВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП ЯЛТИНСКОГО ГОРНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА	311
А. В. Домненкова, Г. А. Чернушевич, И. Т. Ермак, С. В. Киселев. ДИНАМИКА ВЫХОДА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА СВЕТИЛОВИЧСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ИЗ ЗОН РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	318
В. С. Захарова, М. В. Березюк. ПРОБЛЕМА ПОЖАРОВ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	323
В. С. Мушников, Г. В. Тягунов, Е. Е. Барышев, В. С. Цепелев, В. В. Вьюхин, Н. А. Шакирова, В. И. Лихтенштейн. ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ПО МЕТОДИКЕ СОУТ	329
В. С. Сясегова. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	334
S. A. Laptенок, Xia Wei, O. I. Rodkin, A. Kologrivko, Yu. V. Klyausova. APPLICATION OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS FOR THE PURPOSES OF NETWORK SPATIAL MODELING IN QINGHUANGAO CITY (PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA)	342
S. Rabko, L. Papluskaya, I. Yermak, L. Neumiarzhytskaya, K. Sharukha. EVALUATION OF GROWTH VARIABILITY BY DIAMETER OF EUROPEAN SPRUCE TREES OF DIFFERENT ORIGIN IN A CHANGING CLIMATE	348
РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И КУЛЬТУРА.....	353
А. А. Ханжина. ПУТЬ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ В FASHION- ИНДУСТРИИ С ПОМОЩЬЮ МАРКЕТИНГОВОГО ПРОДВИЖЕНИЯ....	353
Ю. С. Шабалина, М. В. Березюк. ВКЛАД РЕГИОНАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	357
Ю. С. Шабалина. РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ СРЕДЫ НА УРОВНЕ РЕГИОНА.....	363

РАЗДЕЛ 1. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Д. А. Журавлев,

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

Научный руководитель: Е. Р. Магарил

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГОВЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ОНЛАЙН-ПРОДАЖИ ВТОРСЫРЬЯ: АНАЛИЗ ТЕКУЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ

This article discusses data on the methods of selling recyclables after its selection on the example of electronic trading platforms. Several examples of existing online platforms were given. The article presents an analysis of current trends in the development of online sales of recyclables.

В современном мире ресурсы являются поистине драгоценным благом. Особенно это касается такого важного ресурса, как вторичное сырье – то, что остается после использования товаров и может использоваться по-разному. Обращение с отходами, в том числе твердыми коммунальными отходами (ТКО), является одной из важнейших задач в современном обществе.

Региональные операторы по обращению с ТКО в России играют важную роль в данном процессе, особенно если региональный оператор (далее – регоператор) направляет потоки ТКО на мусоросортировочный комплекс. Для максимизации прибыли от реализации вторичного сырья необходимо сырье высокого качества и конкурентоспособная цена.

По данным Росприроднадзора за 2021 год на территории Российской Федерации было образовано 48362,8 тыс. т ТКО, что на 0,2 % ниже уровня 2020 года (48462,0 тыс. т).

Общая масса ТКО, захороненных в 2021 году, составила 44481,7 тыс. т (92,0 % от общей массы образованных ТКО). Общее количество утилизированных ТКО в Российской Федерации в 2021 году составило 3124,7 тыс. т (6,5 % от общей массы образованных ТКО), что на 77,3 % больше, чем в 2020 году [1].

С каждым годом спрос на вторичное сырье увеличивается. В основном, покупателями вторичного сырья выступают производители вторичной гранулы, геотекстильных материалов, а также заводы и производители бумажных изделий. Существует множество способов реализации данного вида товаров. Мы рассмотрим два из них: продажа по прямым договорам без электронных площадок и с использованием электронных торговых площадок (ЭТП).

Электронная коммерция стала неотъемлемой частью решения бизнес-задач многих отраслей. ЭТП и собственные сайты компаний стали популярными инструментами для продаж. Внедрение данного вида продаж в сферу вторсырья обуславливается увеличением заинтересованности не только государства, но и бизнеса в данной сфере, и, следовательно, поступления дополнительных денежных потоков [2].

На ЭТП по продаже вторичного сырья в условиях онлайн-аукционов используют различные методы определения стоимости товаров, чаще всего это открытые и закрытые торги (без возможности отслеживания конкурентов). Данные методы позволяют прозрачно и точно определить цену на товар на основе спроса и предложения.

Онлайн-торговля – это конкурентоспособная альтернатива традиционным торговым процессам на рынке. Это позволяет ускорить процессы, снизить издержки и повысить прибыль для предприятий и инвесторов.

Современные онлайн-площадки для продажи вторичного сырья обладают широкими возможностями автоматизации торгового процесса. Это значительно упрощает и ускоряет реализацию вторсырья. Опишем основные электронные торговые площадки для реализации вторичного сырья.

1. ЭТП (<https://etp.reo.ru/>) от Публично-правовой компании «Российский Экологический Оператор» (ППК РЭО) – площадка от компании, специализирующейся на разработке и создании единой федеральной схемы обращения ТКО в России. Данная площадка создана для реализации вторичных ресурсов в сентябре 2022 года и имеет большой функционал для работы покупателей и продавцов [3].

2. Маркетплейс вторсырья «Снова в дело» (<https://snovavdelo.ru/>) от ООО «Большая тройка» – площадка от производственной компании полного цикла, крупнейшем отечественном разработчике электронных моделей территориальных схем обращения с отходами. Данная площадка создана только для реализации вторичных ресурсов, запущена в декабре 2021 года и имеет соразмерный с ППК «Российский экологический оператор» функционал для работы покупателей и продавцов [4, 5].

3. Центр электронных торгов «*B2B-Center*» (<https://www.b2b-center.ru/app/>) от АО «Центр развития экономики» – система электронных торговых площадок, созданная в 2002 году для осуществления корпоративных продаж и закупок. *B2B-Center* позволяет проводить 43 вида торговых процедур, как на закупку, так и на продажу товаров и услуг. Система объединяет закупки различных отраслей экономики: энергетики, нефтехимии, металлургии, автомобильной промышленности и многих других отраслей [6].

4. ЭТП «Бидзаар» (<https://bidzaar.com/>) от ООО «БИДЗААР» – это электронная торговая площадка нового типа, созданная по принципу социальной сети заказчиков и поставщиков товаров и услуг. На данной платформе продается не только вторсырье, но и другие товары [7].

5. ЭТП (<https://vmr.sab-ekb.ru/>) от ЕМУП «Спецавтобаза» – уральская тендерная электронная площадка, осуществляющая продажи вторичного сырья с мусоросортировочного комплекса (МСК) «Широкореченский» г. Екатеринбург. Данная площадка запущена в мае 2022 года и за год работы позволила им значительно расширить аудиторию потенциальных клиентов [8].

В России активно развивают электронные торговые площадки для реализации вторичного сырья сразу несколько компаний. В текущей ситуации нужно учитывать, что использование нескольких площадок при реализации сырья с одного МСК может приносить больше вреда, чем пользы. Это обусловлено правилами торгов на каждой из площадок, количеством потенциальных покупателей, дополнительным функционалом (электронная подпись, уведомления, чаты и т. д.), видами торгов.

Некоторые компании создают собственные площадки для реализации своего вторичного сырья, например, ЭТП (<https://vmr.sab-ekb.ru/>) от ЕМУП «Спецавтобаза». Компания сама для себя устанавливает не только правила работы на площадке, но и возможность внедрения нового функционала, стандартизации формы договора, создания базы покупателей, хранение данных на своих серверах. Кроме Свердловской области, в Московской области компании также создают собственные торговые площадки [9].

Крупные ЭТП отличаются большим количеством ресурсов, необходимых для их разработки и ведения в качестве проекта. Помимо этого, они предоставляют удобный интерфейс для всех пользователей, оперативно развиваются и учитывают отзывы множества реальных пользователей. Также важным аспектом является создание единой базы продавцов и покупателей, привлечение внешних инвестиций на развитие площадки, а также заработок средств на комиссии за проведение аукционов и прочих транзакций [10].

Крупные площадки предоставляют широкие возможности для бизнеса и потребителей, облегчая процессы. Для продавцов электронные площадки позволяют расширить клиентскую базу и увеличить продажи вторичного сырья. Для покупателей онлайн-формат облегчает поиск нужных товаров и исключает необходимость обращаться к посредникам.

В целом преимущества использования электронных торговых площадок для реализации вторичного сырья можно описать следующие:

- 1) автоматизация и единообразие продаж;
- 2) увеличение охвата потенциальных покупателей;
- 3) уменьшение затрат на рекламу и маркетинг;
- 4) сокращение времени на продажу вторичного сырья;
- 5) прозрачность для государственного регулирования.

Прямой договор продажи является важным инструментом для установления надежных бизнес-отношений между контрагентами. Однако, в связи с нестабильностью рынка вторсырья и его зависимостью от различных факторов (спрос, строительство новых объектов обработки/утилизации, запрет

на экспорт), возникает риск для всех сторон контракта. Рынок вторсырья характеризуется высокой динамикой изменения цен, что может привести к непредвиденным негативным последствиям для покупателя или поставщика. В большинстве случаев стоимость и иные важные условия уже заложены в прямом договоре, что исключает возможность адаптации договорных отношений под новые условия рынка.

Использование ЭТП способствует упрощению и стандартизации процесса продажи вторичного сырья, что повышает его эффективность. Операторы, работающие через электронные торговые площадки, могут использовать унифицированные шаблоны и правила, что упрощает и стандартизирует процесс продажи вторичного сырья.

Внедрение экономических механизмов в сферу природопользования является важным инструментом развития постиндустриального общества. Разработка такого механизма поможет сохранить остальные природные ресурсы, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и создать условия для устойчивого развития общества.

В заключение следует отметить, что использование ЭТП для реализации вторичного сырья является важным шагом на пути повышения эффективности процесса обращения с отходами. Региональные операторы по обращению с ТКО могут использовать данную технологию для улучшения своей работы. Это помогает автоматизировать одну из задач в работе региональных операторов и способствует увеличению доходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2022. – 684 с.

2. В России на электронный рынок вторсырья перешли 25 % переработчиков // Статья. РБК. 03.11.2022 г. – [Электронный ресурс]. – Режим

доступа : <https://chr.plus.rbc.ru/news/63637c907a8aa933590a8247> (дата обращения: 01.04.2023).

3. Биржа ВМР переехала на сайт Российского экологического оператора // Статья. Сайт Российский экологический оператор. 01.11.2022 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://reo.ru/tpost/50ne3e48e1-birzha-vmr-pereehala-na-sait-rossiiskogo> (дата обращения: 02.04.2023).

4. Российская аукционная площадка для вторсырья «Снова в дело» // Презентация площадки «Снова в дело». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://news.solidwaste.ru/wp-content/uploads/2021/12/Snova-v-Delo.pdf> (дата обращения: 01.04.2023).

5. Интернет-платформа «Снова в дело» для сделок со вторсырьем появилась в России. // Статья ТАСС. – 01.12.2022 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://tass.ru/ekonomika/13084443> (дата обращения: 01.04.2023).

6. Центр электронных торгов B2B-Center. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.b2b-center.ru/app/> (дата обращения: 01.04.2023).

7. Электронная торговая площадка «Бидзаар». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://bidzaar.com/start/> (дата обращения: 01.04.2023).

8. ЕМУП «Спецавтобаза» запустила онлайн-площадку по продаже вторсырья // Сайт ЕМУП «Спецавтобаза». – 23.05.2022 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://goo.su/GOoOХК> (дата обращения: 02.04.2023).

9. «РТ-инвест» стал крупнейшим поставщиком вторичных ресурсов на новой подмосковной платформе // Сайт Энергия из отходов. – 28.12.2022 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://w2e.ru/news/rt-invest-stal-krupneyshim-postavshchikom-vtorichnykh-resursov-na-novoy-podmoskovnoy-platfome/> (дата обращения: 01.04.2023).

10. Новые функции, разделы и сделки на 405 млн рублей: Биржа ВМР подвела итоги за 4 месяца работы. // Сайт ТБО «Новости отрасли». – 28.12.2022 г. – [Электронный ресурс]. – URL : <https://news.solidwaste.ru/2022/12/novye-funksii-razdely-i-sdelki-na-405-mln-rublej-birzha-vmr-podvela-itogi-za-4-mesyatsa-raboty/> (дата обращения: 01.04.2023).

D. A. Zhuravlev,
Supervisor: E. R. Magaril,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**DEVELOPMENT OF ELECTRONIC TRADING PLATFORMS FOR
ONLINE SALE OF RECYCLABLES: ANALYSIS OF CURRENT TRENDS**

С. В. Копылов, Ю. В. Пластинина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

The global waste and resource crisis calls for sustainable waste management. Increasingly, resources and waste streams that were once landfilled or incinerated are now being reused, recycled or recovered. However, while many laws and policies have been enacted for this very purpose, a number of organizational, social and economic problems remain. The article examines the suitability of blockchain technology for solving some of these problems.

Проблемы экологии сегодня все чаще помогают решать цифровые технологии. Технология блокчейн является одним из таких примеров.

Блокчейн – это распределенная база данных, которая содержит информацию обо всех транзакциях, проведенных участниками системы. Информация хранится в виде цепочки блоков, в каждом из которых записано определенное число транзакций. Наглядным примером блокчейна может служить книга, в которую можно добавлять страницы. Каждая новая страница пишется в режиме «онлайн», а остальные нельзя отредактировать или удалить.

Технологии распределенных вычислений и децентрализованного хранения информации были представлены еще в 90-х годах. Однако слово «блокчейн» стало известно лишь недавно, когда Сатоши Накамото с помощью биткоина (2008 г.) показал, как эти технологии можно использовать для устройства новой финансовой системы.

В настоящее время существует как минимум четыре типа блокчейн сетей: публичные, частные, консорциумные и гибридные.

При использовании блокчейна информация двигается между различными людьми без участия обслуживающего персонала, а также минуя централизацию, где существует вероятность, что ошибка в коде программе поможет ее взлому (рис.). Помимо основных данных, каждый блок имеет уникальный набор параметров: *nonce*, хеш предыдущего блока, хеш текущего блока и список транзакций. Существуют, однако, и проблемы применения: для исправления одного из звеньев («страниц») придется возвращаться к предыдущим; кроме

того, поскольку данные блокчейна являются постоянными, это означает, что мошеннические данные, введенные в блок, могут существовать очень долго.

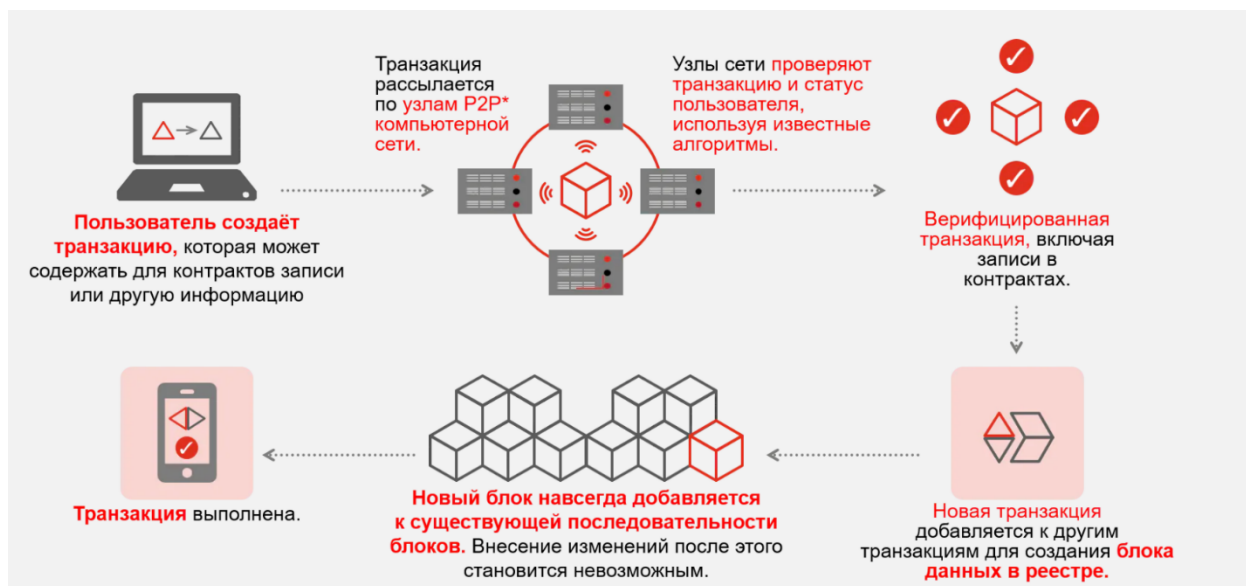


Рис. Схема технологии блокчейн. Источник: overclockers.ru

В настоящее время насчитываются уже десятки примеров применения технологии блокчейн при решении важных экологических проблем. На Саммите по глобальным климатическим вопросам в Калифорнии в 2018 году, было заявлено, что потенциал блокчейна можно использовать для работы с глобальными экосистемами и решить такие проблемы, как изменение климата, загрязнение мирового океана и атмосферного воздуха, сохранение биоразнообразия. Блокчейн также может создать новую систему автоматической готовности к стихийным бедствиям и решить вопрос формирования гуманитарной помощи. Это предположительно осуществимо благодаря большим возможностям данной технологии в управлении и отслеживании цепи поставок, обеспечении полной прозрачности процессов, предотвращающих подпольную рыночную торговлю, снижение административных издержек и минимизацию рисков, связанных с безопасностью и качеством. Блокчейн-системы могут быть реализованы в части преобразования существующего процесса мониторинга, отчетности и проверки лояльности во многих организациях и отраслях [1].

Изменение существующего процесса управления ресурсами может укрепить круговую экономику, т. к. субъекты в лице отдельных физлиц, компаний и даже правительств могут разблокировать финансовую ценность ресурсов, которые в настоящее время считаются экономически недооцененными.

Наиболее значимыми и интересными примерами применения технологии блокчейн в вопросах защиты окружающей среды являются [2]:

- блокчейн платформа *WePower*, созданная для финансирования и торговли энергией, полученной из возобновляемых источников;

- канадская компания *Plastic Bank*, цель деятельности которой – это использование вторичной переработки для сокращения пластика в океане и борьба с глобальной бедностью;

- австралийский технологический стартап *Power Ledger*, который разработал первую в мире платформу для торговли энергией в реальном времени. Например, пользователи могут продавать избыточную энергию со своих солнечных панелей своим соседям или продавать накопленную в аккумуляторах солнечную энергию;

- лондонская энерготехническая компания *Electron*, которая, применяя блокчейн технологию, проектирует и создает цифровую инфраструктуру для энергетической отрасли, способствуя переходу на более дешевые, чистые и более устойчивые энергосистемы;

- компания *Sun Exchange* в отличие от вышеупомянутых компаний самостоятельно не разрабатывает блокчейн решения, но успешно использует криптовалюту для продвижения использования солнечной энергии.

Применение блокчейна в секторе управления отходами через управление цепочками поставок уже некоторое время применяется некоторыми странами [3, 4, 5]. Кроме того, платформа может быть использована для управления отходами при упрощении платежей или вознаграждений [6]; при мониторинге и отслеживании отходов [7]. В первом случае организация, сдающая отходы на хранение, получает вознаграждение или оплату цифровым токеном,

защищенным блокчейном, который можно обменять на товары или на другие валюты (так делает упомянутый выше *Plastic Bank*). Во втором случае данные о типе собранных отходов и перемещении отходов записываются в блокчейн. *Arep*, дочерняя компания *SNCF* (французской национальной железнодорожной компании), использовала технологию блокчейн для мониторинга количества, типа и частоты отходов, собираемых в мусорных баках железнодорожных станций, с целью оптимизации сбора отходов. *SNCF* регистрировала данные об отходах и передавала их в транзакциях на блокчейн, используя цифровые идентификаторы контейнеров на железнодорожных платформах. Разрабатываются дальнейшие инициативы с аналогичными намерениями по сбору данных о типах и количестве отходов с целью информирования о более эффективном управлении отходами.

В свете реализуемой в России реформы по обращению с коммунальными отходами и цифровизации национальной экономики интересно разобраться с вопросом применения блокчейн в этой сфере у нас в стране.

Bitfury Group совместно с *Эттон Груп* разработали решение, которое позволяет использовать технологию распределенного реестра в системе управления отходами [8]. Новая платформа будет построена на базе блокчейн-платформы с открытым исходным кодом – *Bitfury Exonum™*. Проект планировалось запустить в I квартале 2020 года в виде пилотного проекта во Владимирской области. Из-за пандемии *Covid-19* сроки реализации немного сдвинулись. Суть проекта: мусорные полигоны должны оснастить электронной весовой платформой со встроенными средствами автоматической фотовидеофиксации. Это поможет собирать и обрабатывать информацию о результатах взвешивания мусоровозов, въезжающих на полигон, а также обеспечить контроль объема отходов и идентифицировать автотранспорт.

В результате применения технологии блокчейн для хранения реестра источников образования отходов, удастся обеспечить достоверность данных в режиме реального времени, исключить возможность нерегламентированного

изменения информации реестра и вывоз на полигоны отходов, не соответствующих нормативным требованиям (токсичных отходов и т. п.).

В целом платформа представляет собой частную систему учета и обработки информации по транспортировке и захоронению отходов. На базе каждого объекта будет установлен компьютер, подключенный к блокчейн сети (нода). Информация по операциям будет поступать от множества нод в децентрализованную сеть на базе фреймворка *Echopium*TM. В роли мастерноды сети могут выступать как Государственный экологический контроль, так и оператор по управлению отходами, а ноды-аудиторы могут быть установлены в периметре регулятора или независимых общественных организаций по охране окружающей среды.

Открытые сведения об экологической обстановке и существующих проблемах в каждом регионе позволят жителям получить достоверные данные о количестве и составе отходов, которые образуются рядом с местом их проживания, а сохранение информации о фактическом движении отходов позволит избежать необоснованного роста коммунальных тарифов. Кроме того, подключение дополнительного оборудования *IoT* (интернет вещей) обеспечит возможность автоматической верификации мусоровозов и их содержимого, при въезде на полигон по захоронению отходов. Передача и анализ данных с бортовых систем автотранспорта на протяжении всего пути поможет существенно сократить затраты на транспортировку отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блокчейн в борьбе за экологию. 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : (<https://decenter.org/blokchein-v-borbe-za-ekologiyu/>) (дата обращения: 10.05.2023).
2. Новикова К. Топ 5 блокчейн проектов в сфере экологии. 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://digiforest.io/blog/5-blockchain-eco-cases> (дата обращения: 10.05.2023).

3. Тейлор, Ф., Стинманс, К., Стинманс, И. Технология блокчейн для устойчивого управления отходами // Фронт. Политика. Наука: Разд. Политика технологий. – 2020. – Том 2. <https://doi.org/10.3389/fpos.2020.590923> (дата обращения: 10.05.2023).

4. Степанова, И. А., Степанов А. С. Обзор систем сбора и удаления отходов в антропогенных экосистемах. // Самарский научный вестник. – 2020. – Т9. 2(31). – С. 121–130. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sistem-sbora-i-udaleniya-othodov-v-antropogennyh-ekosistemah/viewer> (дата обращения: 10.05.2023).

5. Сабери С., Кухизаде М. и Саркис Дж. Технология блокчейн: панацея или изгой для сохранения ресурсов и переработки? Ресурсы. Сохранение. Рециклинг. – 2018. – 130. – С. 80–81. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.11.020.

6. Технологическая лаборатория Agora (2018). Управление отходами, основанное на блокчейне. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.agora.ru/> (дата обращения: 10.05.2023).

7. Хинчклифф Т. Правительство Нидерландов совместно с Бельгией будет использовать блокчейн для автоматизации транспортировки отходов. 2018. [Электронный ресурс]. – URL : <https://sociable.co/technology/blockchain-waste-transportation> (дата обращения: 10.05.2023).

8. Блокчейн задействуют в управлении мусорными полигонами. Investfuture.ru. 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://investfuture.ru/news/id/blokcheyn-zadeystvuyut-v-upravlenii-musornymi-poligonami> (дата обращения: 10.05.2023).

S. V. Kopylov, Yu. V. Platinina,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR WASTE MANAGEMENT

А. И. Силкин, Н. В. Дукмасова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА НА ПРИМЕРЕ ШВЕЦИИ

The earth's natural resources are not endless. The decline in biodiversity will entail the abandonment of part of the natural resources. To preserve the resources of the natural environment, it is necessary to use progressive methods of waste processing.

До недавнего времени существовало две концепции экономики это линейная и циркулярная (экономика замкнутого цикла).

Линейная экономика направлена на постоянное производство и потребление, при этом производимые товары имеют довольно простой путь «от колыбели до могилы». То есть сначала изымаются ресурсы, затем превращаются в продукт, далее идет его эксплуатация, после отправляется в мусор, не возвращаясь в производственный цикл [1].

В конце 1980-х годов появилась концепция циркулярной экономики. С 2000 года подход замкнутого цикла начал набирать популярность (см. табл.). В 2014 году Европейский союз был ориентирован именно на эту модель [2].

Циркулярная экономика – это экономика, которой свойствен восстановительный и замкнутый характер, позволяющий резко сократить количество потребляемых природных ресурсов и количество отходов, поступающих в окружающую среду [1, 2, 3].

Таблица 1

Плюсы и минусы циркулярной экономики [1, 2, 3, 4]

Плюсы циркулярной экономики	Минусы циркулярной экономики
Снижение воздействия на окружающую среду, сокращение полигонов ТКО, земель, занятых промышленными отходами	Потребление ресурсов и энергии при производстве продукции из отходов
Сокращение добычи исчерпаемых полезных ископаемых	Снижение доходов ресурсодобывающих стран
Создание дополнительных рабочих мест	Сокращение рабочих мест в развивающихся ресурсодобывающих странах и отдельных секторах экономики

По всему миру развитые страны постепенно переходят от линейной экономики к циркулярной. Абсолютным лидером в этом отношении можно назвать Швецию.

Швеция является абсолютным лидером в сфере переработки мусора. Всего 1% из всего производимого шведами мусора попадает на свалки. По данным шведской ассоциации по управлению отходами «*Avfall Sverige*» сейчас утилизирует более 99% бытовых отходов. Система переработки работает так хорошо, что с нее берут пример практически все развитые страны, не безразличные к собственной экологии [5].

Что Швеция делает с отходами [5]:

- перерабатывает вторично – 50,6 %;
- сжигает для производства энергии – 48,6 %;
- отправляет на полигоны – 0,8 %.

Данная система начала развиваться еще в 70-х годах прошлого века. Швеция, обладающая суровым климатом и полностью зависящая от поставок природного газа, решила в корне поменять энергетическую ситуацию. Специалисты подсчитали, что каждый швед вырабатывал примерно 1,5 кг мусора в день. А учитывая, что 4 тонны бытовых отходов с лихвой компенсируют использование 1 тонны нефти, было принято единственно верное решение – страна тщательно занялась переработкой мусора. С 2002 года в Швеции просто запрещено выбрасывать на свалки то, из чего можно получить энергию. На мусоре работает даже сама отрасль. Шведские мусоровозы ездят на биогазе или электричестве, полученном из отходов [6].

Мусоросжигательные заводы, работающие по технологии «*Waste to Energy*», заменяют Шведам атомные электростанции. В среднем в год такие заводы производят порядка 17 тераватт час энергии. Этой энергии хватает на отопление значительной части территории Швеции. И если для обычных ТЭС нужен уголь, то для подобных заводов – мусор, то есть сырье, которое практически ничего не стоит. Утилизация твердых отходов обеспечивает 20% тепла в шведских домах [5].

Шведы даже принимают мусор из других стран. Его им привозят бесплатно, например, из Норвегии. Соседи только рады избавиться от мусора, а для шведов это энергетический ресурс. За одну тонну мусора мусоросжигательные заводы получают 43 доллара. [6].

Но не мусором единым жива Швеция. Сами шведы признают, что сжигание мусора – это не идеальный вариант. Сжигая старую вещь и делая новую, тратится гораздо больше энергии, чем при переработке. Кроме того, при сжигании мусора выделяются CO_2 и другие парниковые газы, что вредит экологии.

Поэтому население всячески поощряют за сортировку и сдачу мусора в переработку. Для удобства жителей по всей стране установлены сортировочные станции, расположенные в супермаркетах, муниципальных учреждениях и даже в метро [5].

Жители страны отдельно собирают бумагу, пластик, металл, стекло, батарейки. Например, волокна, содержащиеся в бумаге, восстанавливают до 7 раз. Пластик перерабатывается и используется для производства новых вещей также до 7 раз [5, 7].

Переработка мусора открыла новые возможности для бизнеса. Кто-то продает свинец, полученный из аккумуляторов. Кто-то делает из старых шин волокно для напольных покрытий искусственных футбольных газонов. А кто-то превращает старые газеты в экологичные лопатки для уборки за своими домашними питомцами.

Кроме того, Швеция производит больше всего электронного мусора из всех стран ЕС. Около двухсот тысяч тонн ежегодно. С 2014 года всех розничных продавцов техники в стране обязали принимать сломанную и устаревшую технику на переработку по принципу обмена. Когда вы покупаете новый компьютер, то можете получить за него скидку, сдав старый [6].

Плюсом правительство поощряет шведов ремонтировать бытовую технику, обувь, велосипеды и так далее, уменьшая налог на прибыль на сумму в половину стоимости услуг.

Приучить шведов к сортировке помогла также система штрафов, разъяснительные работы, а также активная социальная реклама. Во многих детских садах Швеции дети учатся делать садовый компост из картофельной кожуры и других пищевых отходов. А «рисайклинг» это вообще отдельный предмет в программе занятий, рядом с физкультурой и музыкой.

Помимо этого, активно развиваются шеринговые сервисы, где вместо того, чтобы покупать вещи и владеть ими на правах собственности, люди совместно пользуются всем – от машин и жилья до лыж и велосипедов.

Дошло до того, что в Швеции появился целый жанр рекламных роликов – «пантомера», что дословно «перерабатывай больше».

В статье была рассмотрена программа чистого экологического будущего по-шведски. Изучены составные части этой системы – от технических до социально-управленческих. До шведов нам пока далеко, но каждый может приблизить это будущее, например, отказавшись от пластиковых пакетов в супермаркете в пользу тканевой сумки для продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отличие циркулярной экономики от линейной. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://info.ecoidea.by/chem-otlichaetsya-cirkulyarnaya-ekonomika-ot-linejnoj/> (дата обращения 03.03.2023).

2. Циркулярная экономика и линейная цепочка создания стоимости - что лучше для производственного сектора. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://knaufautomotive.com/ru/tsirkulyarnaya-ekonomika-i-lineynaya-tsepochnka-sozdaniya-stoimosti/> (дата обращения 05.03.2023).

3. Циркулярная экономика – залог процветания в будущем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://finland.fi/ru/biznes-i-innovatsii/tsirkulyarnaya-ekonomika-zalog-protsvetaniya-v-budushhem/> (дата обращения 05.03.2023).

4. Циркулярная экономика – инвестиции в будущее Европы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyrkl.com/ru/circular-economy-investing-in-a-future-for-europe> (дата обращения 15.03.2023).

5. Нулевые отходы: как в Швеции решают проблему мусора. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://tass.ru/obschestvo/4285030?utm_source (дата обращения 20.03.2023).

6. Шведский опыт развития экономики замкнутого цикла. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=44883230> (дата обращения 20.03.2023).

7. Организация переработки отходов в Швеции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : – <https://rysslandshandel.se/i/OTH/obr%20s%20oth.pdf> (дата обращения 20.03.2023).

A. I. Silkin, N. V. Dukmasova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

CIRCULAR ECONOMY ON THE EXAMPLE OF SWEDEN

А. А. Спиридонова, Н. В. Дукмасова, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭКОНОМИКА И ЭКОЛОГИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТОВ

The United Arab Emirates occupies one of the first places in the world economy due to high oil and gas production. At the same time, the rapid economic development of the country entails environmental problems.

Объединенные Арабские Эмираты – государство в Юго-Западной Азии. Расположено в восточной части Аравийского полуострова. На севере омывается водами Персидского залива на востоке – Оманского залива. Граничит на северо-западе с Катаром, на западе и юге с Саудовской Аравией, на юго-востоке и северо-востоке с Оманом. ОАЭ принадлежат несколько сотен островов, преимущественно небольших, в Персидском и Оманском заливах. Столица – Абу-Даби. Официальный язык – арабский, широко распространены английский, персидский, хинди и урду [1].

Объединенные Арабские Эмираты достаточно молодое федеративное государство. Федерация была создана 2 декабря 1971 года. В состав вошли 6 эмиратов – Абу-Даби, Дубай, Шарджа, Умм-Эль-Кайвайн, Аджаман и Фуджейра. Эмират Рас-эль-Хайма вошел в состав годом позже, в 1972 году. История ОАЭ быстрая и стремительная, не имеющая аналогов по скорости и темпам развития. За очень короткий промежуток времени страна превратилась из пустыни в развитое государство, где воплощаются в жизнь самые смелые мечты и идеи [1]. Основные виды деятельности ОАЭ представлены на рис. 1.

На рубеже 1950–60-х гг. была начата разработка месторождений нефти и природного газа, с конца 1960-х годов добыча углеводородов стала основой в экономике страны. С конца 1970-х годов проводилась политика диверсификации национальной экономики, которая нацелена на развитие не нефтяных отраслей. К 1990-м годам нефтяная и газовая промышленность утратила лидирующие позиции в экономике; из-за колебаний мировых цен на нефть ее доля менялась, но не превышала 40 % (рис. 2) [2].

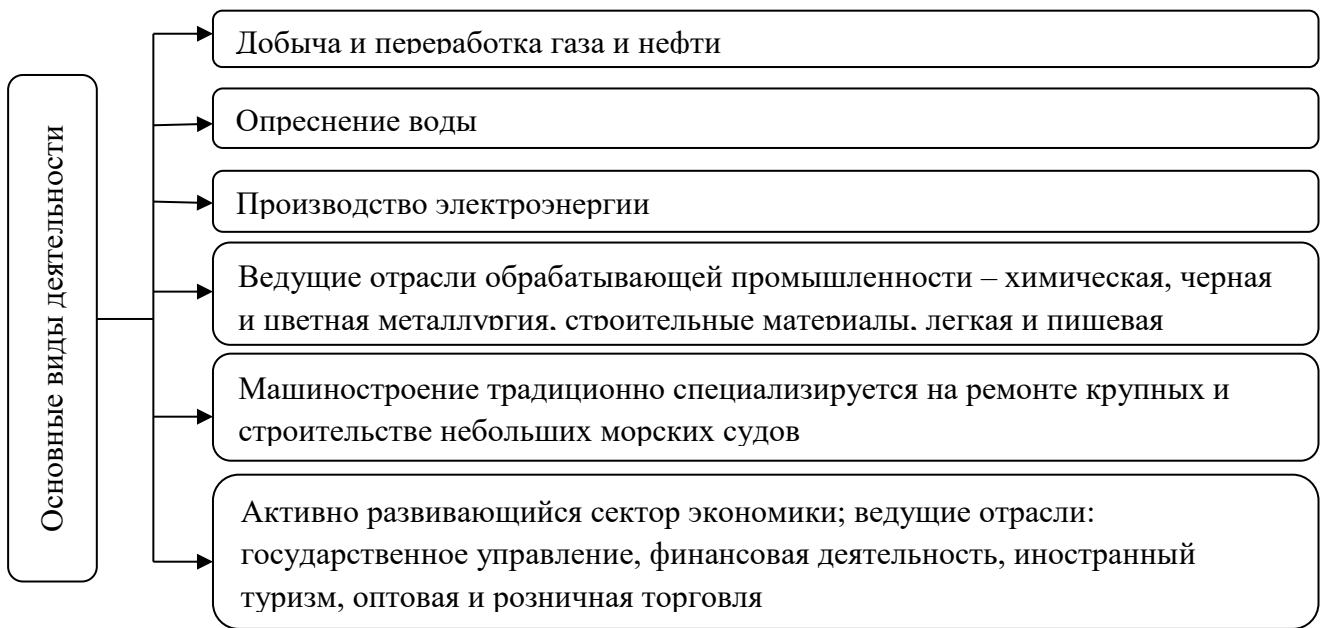


Рис.1. Основные виды деятельности ОАЭ (составлено авторами по [1])

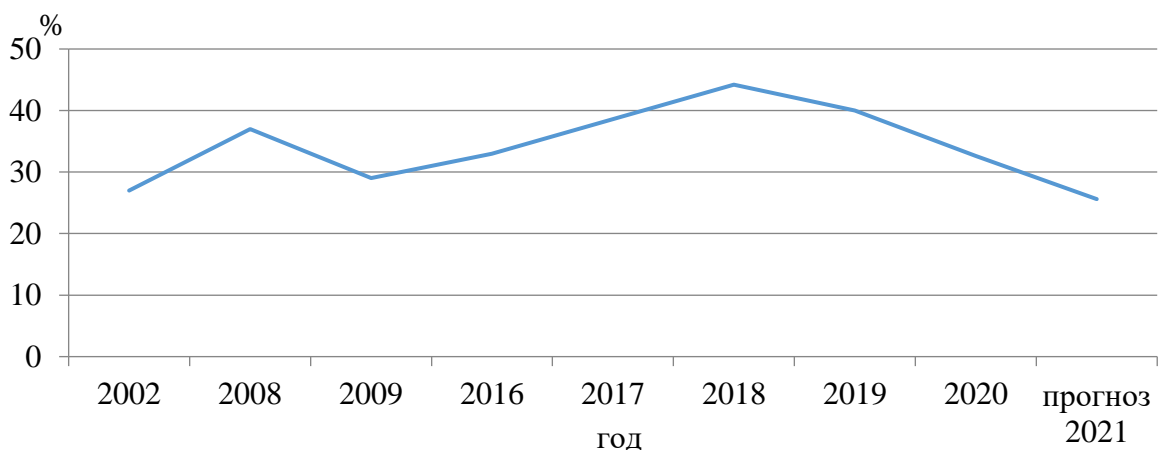


Рис.2. Позиция нефтяной и газовой промышленности в экономике страны, % (составлено авторами по [9])

Около 75 % нефти экспортируется (главным образом в Японию, европейские страны и США). По объемам экспорта ОАЭ занимают 5-е место в мире после Саудовской Аравии, России, Ирана, Ирака.

Ведется добыча природного газа, в т. ч. попутного нефтяного. Около 95 % добычи приходится на эмират Абу-Даби. Добыча не покрывает внутренние потребности страны; дефицит восполняется импортом природного газа из Катара и других стран. Одновременно Объединенные Арабские Эмираты экспортируют сжиженный природный газ (17,3 млн т, в 2019 году; в Японию, Индию, Кувейт и

на Тайвань) [2]. Ряд государственных и частных компаний страны участвуют в разработке месторождений нефти и природного газа в других странах, в т. ч. в Омане, Катаре, Бахрейне, Ираке, Египте, Туркмении, государствах Юго-Восточной Азии [3].

ОАЭ занимает достаточно важное место в мировой экономике благодаря высокой доле добычи нефти и газа в ВВП. Это одна из наиболее развитых и процветающих стран Персидского залива, а также один из крупнейших производителей нефти и газа в мире. Кроме того, ОАЭ занимает лидирующее место в регионе по торговле, туризму и финансовому сектору, и является одним из крупнейших торговых партнеров многих стран. Структура потребления энергетических ресурсов ОАЭ представлена на рисунке 3.

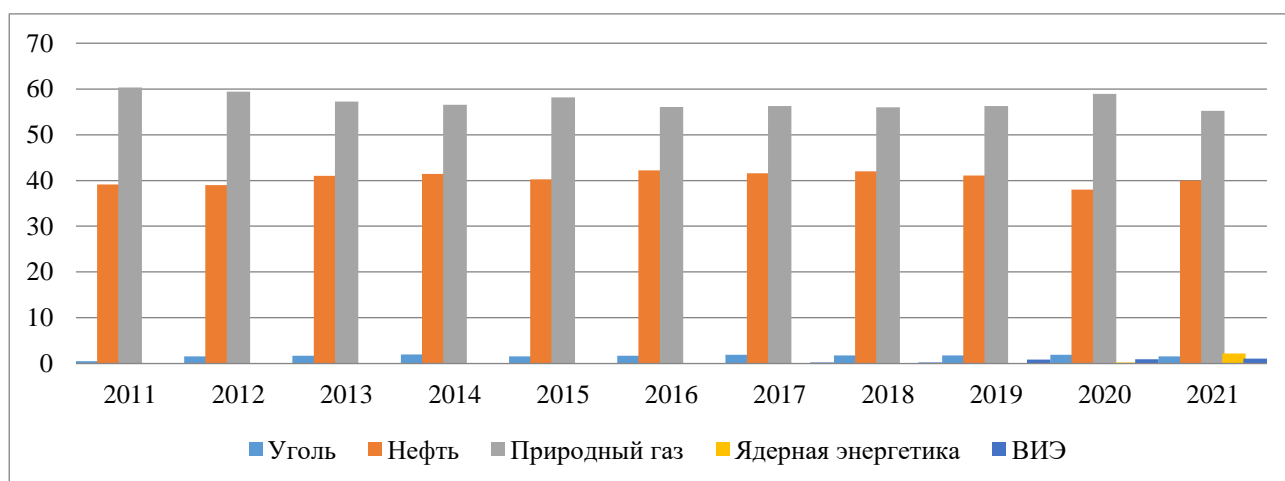


Рис. 3. Структура потребления энергетических ресурсов ОАЭ, %
(составлено авторами по [3])

Из рисунка 3 можно сделать вывод, что основным источником энергии в ОАЭ является нефть и природный газ, их доля в потреблении энергии составляет более 95 % в 2021 году. При этом, с 2011 года наблюдается уменьшение доли природного газа, а доли нефти и возобновляемых источников энергии, таких как ядерная энергия и ветроэнергетика - увеличиваются. Доля угля в потреблении энергии в ОАЭ крайне мала и продолжает уменьшаться. В целом, можно сказать, что ОАЭ с учетом роста доли возобновляемых источников энергии, движется в сторону потребления более экологически чистой энергии.

Быстрое экономическое развитие страны повлекло за собой серьезные экологические проблемы, которые возникают за счет увеличения населения, повышения спроса на энергию и воду, а также из-за быстрого развития городов, ухудшения качества атмосферного воздуха. Жаркий и сухой климат не позволяет производству в стране многих товаров, это влечет за собой экологические, водные и углеродные следы в расчете на душу населения [4].

В Арабских Эмиратах редко встречаются источники пресной воды. В связи с небольшим количеством ежегодных осадков единственным источником пресной воды остается Персидский залив, вода в котором – соленая. Для опреснения воды работает целая система, которая осуществляется с использованием избыточного количества тепла от выработки электроэнергии. Опреснительные станции имеют свои недостатки:

- ежедневно они выделяют огромное количество углекислого газа, который выбрасывается в атмосферу.

- еще один продукт деятельности станций – ил, сбрасываемый потом в море и причиняющий вред его экосистеме.

Основная проблема – повышение концентрации соли в водах Персидского залива. Дело в том, что в залив сбрасываются необработанные стоки. Экологи утверждают, что если такая ситуация будет продолжаться в дальнейшем, то Персидский залив ожидает катастрофа [5].

Основным источником питания страны являются рыбные ресурсы. За счет увеличения темпов роста населения и большого количества туристов увеличивается вылов рыбы и кораллов. Что влечет за собой снижение биоразнообразия рыбных ресурсов [4].

В ОАЭ высокий уровень образования отходов на душу населения. Много отходов попадает на полигоны. Столкнувшись с данной проблемой правительство, приняло решение сортировать и перерабатывать мусор.

Изначально отсортированный мусор отправляли для переработки и утилизации в Китай и Турцию, но в связи с новыми экологическими требованиями импорт зарубежного сырья был практически прекращен. В связи

с этим было принято решение о строительстве мусоросжигающих предприятий, что поможет снизить образование свалок, но при этом провоцирует дополнительные выбросы парниковых газов в атмосферу [6].

С 2012 года страна полностью отказалась от использования пластиковых пакетов в супермаркетах. Вместо них товар пакуют в сумки и мешочки, изготовленные из бумаги, жгута и других биodeградируемых материалов [5].

Одной из основных задач природоохранных органов страны является поддержание качества окружающего воздуха в пределах требуемых стандартов. Загрязнение атмосферного воздуха возникает от деятельности человека, выбросов от сжигания топлива для энергетики, водоснабжения и транспорта и промышленная деятельность [4].

Рост населения, деятельность человека, землепользование влечет за собой деградацию почвы и опустынивание. Также большую роль играет засуха и чрезмерная эксплуатация природных ресурсов. Земледелие несет за собой интенсивное использование пестицидов и удобрений, что способствует ухудшению состояния почвы.

ОАЭ разработали Национальную стратегию борьбы с опустыниванием на 2014–2021 годы, которая была согласована на глобальном уровне [4].

Сегодня угрозу для окружающей среды ОАЭ сложно недооценивать. Защита природной среды и ее устойчивое развитие являются ключевыми моментами, которым правительство страны уделяет особое внимание.

ЛИТЕРАТУРА:

1. История государства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://dubaiholidays.ru/history-uae> (дата обращения 04.04.2023).

2. Министерство энергетики и инфраструктуры ОАЭ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.moei.gov.ae/> (дата обращения 04.04.2023).

3. Компания Джебель-Али. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.dolphinenergy.com/> (дата обращения 04.04.2023).

4. Экология в ОАЭ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mavato.ru/articles/uae/ekologiya/> (дата обращения 04.04.2023).

5. Экосистема Дубая: что делает правительство для предотвращения катастрофы? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://internationalwealth.info/life-abroad/> (дата обращения 04.04.2023).

6. Одна из богатейших стран мира утонула в мусоре. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://lenta.ru/news/2021/07/29/musor/> (дата обращения 04.04.2023).

A. A. Spiridonova, N. V. Dukmasova, L. M. Teslyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

ECONOMY AND ECOLOGY OF THE UNITED ARAB EMIRATES

М. А. Юрчик, А. Ю. Бояринов,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИРЖЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

The article discusses the problems of attracting funds to eco-projects in Russia. Description of financial green instruments and prospects of this market in the world and the Russian Federation. Tools to increase the attractiveness of green securities in Russia with the help of green exchanges.

В мире уже несколько лет одной из актуальных повесток остается переход государств от «коричневой» экономики к «зеленой» в целях снижения негативного воздействия на окружающую среду, снижения выбросов парниковых газов и рационального использования ресурсов природы. Международные организации выделяют важным аспектом реализации данной повестки привлечение значительных финансовых инвестиционных средств, однако в мире, а особенно в России, данный вопрос является главным «камнем преткновения» реализации «зеленой» политики [1]. Данная проблема нашла отражение и в Парижском соглашении, согласно которому государства взяли на себя обязательство «привести финансовые потоки в соответствие с траекторией в направлении развития, характеризующегося низким уровнем выбросов и сопротивляемостью к изменению климата» [2].

Согласно исследованиям и мнению экспертов промышленных отраслей, подавляющее большинство «зеленых» технологий экономически менее рентабельны, а инвестиции в них более рискованны, чем в традиционные технологии [3]. В разрезе финансовых особенностей спрос на инвестиции со стороны инициаторов «зеленых» проектов не удовлетворяется поставщиками финансовых услуг. Финансовый сектор довольно неохотно инвестирует и кредитует проекты, период окупаемости которых в среднем составляет 10–15 лет, особенно если для реализации проекта требуется проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, что свидетельствует о капиталоемкости и высокой технологичности проекта и значительно повышает риски для инвесторов [4]. Также экономический и политический кризисы

негативно влияют на привлечение финансирования. Но даже при успешном привлечении финансирования на ранних стадиях проекта присутствуют риски недофинансирования из-за отсутствия эффективных механизмов привлечения инвестиций для «зеленых» проектов [4]. Поэтому актуальным является вопрос развития «зеленых» инвестиционных инструментов при государственной поддержке. Основные виды «зеленых» финансовых инструментов, распространенных в мире: «зеленые» кредиты, «зеленые» облигации, квоты на выбросы парниковых газов.

«Зеленый» кредит, который заемщики получают от банка на льготных условиях, является эффективным инструментом привлечения финансирования под «зеленые» проекты и в целом для развития «зеленой экономики». Данный инструмент включает важные бизнес-механизмы, а именно [5]:

- положительное влияние на инвестиционную привлекательность предприятия;
- ослабление финансовых ограничений для «зеленых» проектов (решение проблемы недофинансирования «зеленых» проектов);
- ужесточение бюджетного контроля (что приведет к усилению контроля за предприятием, сдерживанию чрезмерных инвестиций и повышению их эффективности).

Согласно исследованию фонда дикой природы (*WWF*), выгоды от предоставления «зеленых» кредитов есть не только для предприятий, реализующих экологические проекты, но и для банков: устойчивое развитие банковской организации, увеличение или сохранение доли на рынке предоставляемых услуг, позитивная репутация банка как субъекта социально ответственного бизнеса, поддерживающего идею экологической безопасности и повышения энергоэффективности [6].

Также этот механизм позволяет направлять финансовый поток в приоритетные отрасли (или проекты), обеспечивая социально-эффективное использование ресурсов.

Но по данным *Climate Bonds Initiative*, «зеленые» кредиты занимают не более 3 % от общего объема «зеленого» финансирования в мире [7].

Еще одним эффективным финансовым инструментом является торговля квотами на выбросы парниковых газов, который помогает предприятиям снизить углеродный налог. Основной прогресс в развитии данного инструмента был достигнут в ЕС, который в 2005 году запустил Систему торговли выбросами ЕС (*EU ETS*) в качестве ключевого элемента своей стратегии по сокращению выбросов углерода [8]. В настоящее время *EU ETS* – это крупнейший в мире углеродный рынок. По состоянию на 2021 год, данная система принесла поставщикам российских товаров дополнительные расходы на 1,1 млрд евро в год [9]. Идея, лежащая в основе работы системы: предоставление возможности компаниям, которым необходимо производить дополнительные объемы выбросов, покупать сертификаты на эти выбросы на рынке у тех компаний, которые сокращают выбросы и имеют неизрасходованные сертификаты. Торговая схема создает условия для эффективного распределения квот на выбросы углерода, которые, в свою очередь, ежегодно сокращаются, что вынуждает экономику декарбонизироваться [10]. И как бонус, предприятия, выбросы которых компенсированы квотами, вовсе не платят углеродный налог.

«Зеленые» облигации – это относительно новый вид облигаций, определяемый Международной ассоциацией рынков капитала (*ICMA*) как «любой вид облигационного инструмента, доходы от которого будут использоваться исключительно для финансирования или рефинансирования, частично или полностью, новых или / и существующих зеленых проектов» [11].

По своей механике «зеленые» облигации, они же «зеленые» бонды, ничем не отличаются от обычных. То есть это долговые бумаги, которые торгуются на фондовом рынке. Организации выпускают (эмитируют) и продают их, чтобы привлечь средства на свою деятельность, а инвесторы – покупают, чтобы получать по ним фиксированный доход, и, таким образом, финансируют деятельность организаций-эмитентов. «Зелеными» же их делает тот факт, что

средства от их продажи идут исключительно на финансирование «зеленых» проектов [12].

По оценке международной организации *Climate Bonds Initiative* совокупный объем эмиссии «зеленых» облигаций с 2007 по 2020 годы достиг \$ 1,1 трлн, хотя еще в 2012-м году эта сумма не превышала \$ 3,1 млрд [13]. В III квартале 2022 года объем зеленых облигаций в обращении составляет около \$2 трлн. Региональные рынки формируют США (\$ 330 млрд), Китай (\$ 250 млрд), Франция и Германия (по \$ 200 млрд каждый) [14].

Рост рынка зеленых облигаций подстегнула необходимость восстановления экономик после пандемии *Covid-19*. Кроме того текущий энергокризис также провоцирует резкий рост интереса к экологическим инициативам. По прогнозам аналитиков, к 2035 году рынок зеленых облигаций может достигнуть объема в 5–5,5 трлн \$ [15].

Но отечественный рынок пока мал. В России первые зеленые облигации были выпущены в 2016 году. Резкий рост интереса к зеленым финансовым инструментам пришелся на 2020–2021 годы. В итоге рынок дорос до 3,8 млрд долларов, что при сопоставлении с мировым рынком в 1,5 трлн долларов пока определяет его в ряды развивающихся [16].

Но рынок «зеленых» бумаг в РФ концентрирован: три крупнейших выпуска на 70 млрд, 50 млрд и 25 млрд руб. разместили правительство Москвы, ВЭБ РФ и Сбербанк соответственно. Эти эмитенты стали локомотивом развития сегмента устойчивого развития. А выпуски реального сектора обычно не превышают 10 млрд руб. [14].

Согласно оценке экологического фактора в среде доходности для зеленых активов [9], «зеленые» облигации в России по доходности практически не уступают обыкновенным, только в стране нужно гос. стимулирование для распространения данного финансового инструмента и вливания средств частных инвесторов для развития «зеленых» проектов малых и средних предприятий, которые являются драйверами в процессе перехода экономики страны в «зеленую» фазу.

В целях стимулирования инвестиций в «зеленые» финансовые ценные бумаги одним из эффективных инструментов, на наш взгляд, мог бы стать проект по созданию отечественной «зеленой» биржи. На первом этапе ввиду того, что российские инвесторы не очень охотно вкладывают средства в природоохранные проекты, основным источником финансирования будут средства государственного бюджета. Однако, в дальнейшем по мере выхода биржи на самоокупаемость, может быть рассмотрен вариант с ее приватизацией. Данная мера позволит существенно нарастить объем инвестиций в сферу охраны окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникин, А. А. Финансовая поддержка проектов зеленой экономики в России на основе принципов устойчивого развития // Журнал «Вестник Волгоградского государственного университета». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/finansovaya-podderzhka-proektov-zelenoy-ekonomiki-v-rossii-na-osnove-printsipov-ustoychivogo-razvitiya> (дата обращения: 01.04.2023).

2. Парижское соглашение / ООН. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://unfccc.int/sites/default/files/russian_paris_agreement.pdf (дата обращения: 01.04.2023).

3. Ручкина, Г. Рентабельность «зеленых» проектов пока не идет в сравнение с традиционной энергетикой // Журнал «Нефть капитал». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://oilcapital.ru/news/2021-08-17/gulnara-ruchkina-rentabelnost-zelenyh-proektov-poka-ne-idet-v-sravnenie-s-traditsionnoy-energetiko-1037316> (дата обращения: 02.04.2023).

4. Owen, R., Brennan, G., Lyon, F. Enabling investment for the transition to a low carbon economy: government policy to finance early stage green innovation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.sci-hub.ru/10.1016/j.cosust.2018.03.004> (дата обращения: 02.04.2023).

5. Коданева, С. И. «Зеленые инвестиции» в России и за рубежом: проблемы, механизмы, перспективы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/zelenye-investitsii-v-rossii-i-za-rubezhom-problemy-mehanizmu-perspektivu> (дата обращения: 02.04.2023).

6. Бабенко, М. В. и др. Практика ответственного финансирования в российском банковском секторе [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://wwf.ru/upload/iblock/b36/Green_finance.pdf (дата обращения: 05.04.2023).

7. Аниськов, Е. Где компании берут деньги на экопроекты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://plus-one.ru/economy/2022/03/04/gde-kompanii-berut-dengi-na-ekoproekty> (дата обращения: 03.04.2023).

8. Лисоволик, Я. Системы торговли выбросами парниковых газов: основные направления развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.valdaiclub.com/a/highlights/sistemy-torgovli-vybrosami-parnikovyx-gazov/> (дата обращения: 04.04.2023).

9. Вымятина, Ю., Черных, А. Оценка экологического фактора в спреде доходности для зеленых активов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://cbr.ru/Content/Document/File/139066/press_5.pdf (дата обращения: 05.04.2023).

10. Департамент многостороннего экономического сотрудничества минэкономразвития России, Системы торговли квотами на выбросы парниковых газов в Азиатско-Тихоокеанском регионе [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.economy.gov.ru/material/file/d8d7071b90d7af3818ec3a836355244f/ETS_ATP.pdf (дата обращения: 06.04.2023).

11. ICMA Принципы зеленых облигаций. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/2021-updates/Green-Bond-Principles-June-2021-140621.pdf> (дата обращения: 01.04.2023).

12. Как «зеленая» повестка поддерживается финансовыми инструментами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://climate-change.moscow/article/dengi-spasayushchie-klimat> (дата обращения: 02.04.2023).

13. Climate bonds \$1Trillion Mark Reached in Global Cumulative Green Issuance: Climate Bonds Data Intelligence Reports: Latest Figures. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.climatebonds.net/2020/12/1trillion-mark-reached-global-cumulative-green-issuance-climate-bonds-data-intelligence> (дата обращения: 06.04.2023).

14. Автухов, А. Российский рынок зеленых облигаций: шокирован, но не сломлен. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.vedomosti.ru/opinion/columns/2022/12/27/957175-rossiiskii-rinok-obligatsii-ne-slomlen> (дата обращения: 08.04.2023).

15. Тутеева, В. М. Рынок «зеленых» облигаций: зарубежный и российский опыт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-economy-2020-2/26-tuteeva.pdf> (дата обращения: 06.04.2023).

16. Катасонова, Ю., Митрофанов, П. Будущее рынка устойчивого финансирования: сохранить и усилить национальную экспертизу. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://raexpert.ru/researches/sus_dev/esg2022/ (дата обращения: 08.04.2023).

М. А. Yurchik, A. Yu. Boyarinov,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**IMPROVING THE REGULATION MECHANISM FOR
ENVIRONMENTAL PROTECTION WITH THE USE OF EXCHANGE
INSTRUMENTS**

РАЗДЕЛ 2. ПРИРОДООХРАННАЯ ПОЛИТИКА. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. МЕТОДОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н. С. Евдоченко, А. М. Тихонова, М. В. Березюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

The article deals with the problems of providing the population with clean water, caused by the active development of technology and the intensive use of natural resources. The water consumption and wastewater disposal in 2020–2021 in the Sverdlovsk region is described, as well as the main industries of the region that consume most of the water. The shortage of fresh water has already become a global problem and scientists around the world are looking for different ways to solve it. The article presents the main directions of the rational use of water resources, such as a more complete use and expanded reproduction of freshwater resources, as well as the development of new technological processes to prevent pollution of water bodies and minimize freshwater consumption.

В настоящее время проблема обеспечения населения чистой водой становится все более актуальной в связи с быстрым развитием технологий и растущим потреблением природных ресурсов. Год за годом расход воды на земном шаре увеличивается и уже достигает 3300–3500 км³, а более 70 % всего водопотребления используется в сельском хозяйстве. Однако, не только для сельского хозяйства необходима вода. Химическая и целлюлозно-бумажная промышленность, черная и цветная металлургия, а также развитие энергетики также требуют большого количества воды. В связи с этим, необходимо принять меры по сохранению и защите природных водных ресурсов для будущих поколений [1].

После использования в хозяйственно-бытовых вопросах большая часть воды возвращается в реки в виде сточных вод. Проблема дефицита пресной воды становится все более актуальной, в том числе из-за растущих потребностей в ней, которые заставляют ученых со всего мира искать пути ее решения.

В настоящее время определяются несколько направлений рационального использования водных ресурсов: более полное использование и расширенное

воспроизводство ресурсов пресных вод; разработка новых технологических процессов, позволяющих предотвратить загрязнение водоемов и свести к минимуму потребление свежей воды.

Забор воды из водных объектов по Свердловской области в 2021 году составил 984,04 млн м³ (на 5,7 млн м³ больше, чем в 2020 году), в том числе из поверхностных – 647,1 млн м³, из подземных – 336,94 млн м³. Использовано 51,27 млн м³ воды, что на 5,68 млн м³ (0,9 %) больше, чем в 2020 году. Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты составил 655,82 млн м³ (на 5,5 % меньше, чем в 2020 году), из них сброс загрязненных сточных вод – 523,68 млн м³ (на 5,9 % меньше, чем в 2020 году) [2].

Наиболее водоемкими являются предприятия, которые относятся к обрабатывающим производствам, коммунальному хозяйству и обеспечению электрической энергией, газом и паром. Сброс сточных вод в поверхностные водные в Свердловской области в 2021 году осуществлялся 280 водопользователями региона [2]. Основные показатели водопотребления и водоотведения по основным видам экономической деятельности Свердловской области можно посмотреть в таблице 1.

Таблица 1

Водопотребление и водоотведение в 2021 году предприятиями Свердловской области по основным видам экономической деятельности [2]

№	Вид экономической деятельности	Всего использовано воды (млн куб. м)	Водоотведение в поверхностные водные объекты всего (млн куб. м)	В том числе			
				Загрязненных без очистки	Очистка недостаточно очищенных	Нормативно чистых	Нормативно очищенных
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Добыча полезных ископаемых	50,58	149,6	25,12	22,54	46,74	55,2
2	Обрабатывающее производство	212,03	155,88	14,08	126,42	5,54	9,84
3	Обеспечение электрической энергией, газом и паром	147,85	13,15	3,86	5,56	0,08	3,65

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	206,26	325,64	0,78	321,84	0,11	2,91
5	Прочие виды экономической деятельности	34,55	11,55	0,23	3,25	5,29	2,78
6	Итоги по Свердловской области	651,27	655,82	44,07	479,61	57,76	74,38

Источник: Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Свердловской области в 2021 году».

Вклад в водоотведение в поверхностные водные объекты в 2021 году предприятиями Свердловской области по основным видам экономической деятельности представлен на рисунке 1.

Наибольший вклад в водоотведение Свердловской области в 2021 году пришелся на деятельность обрабатывающих производств, коммунальных предприятий и добычу полезных ископаемых.

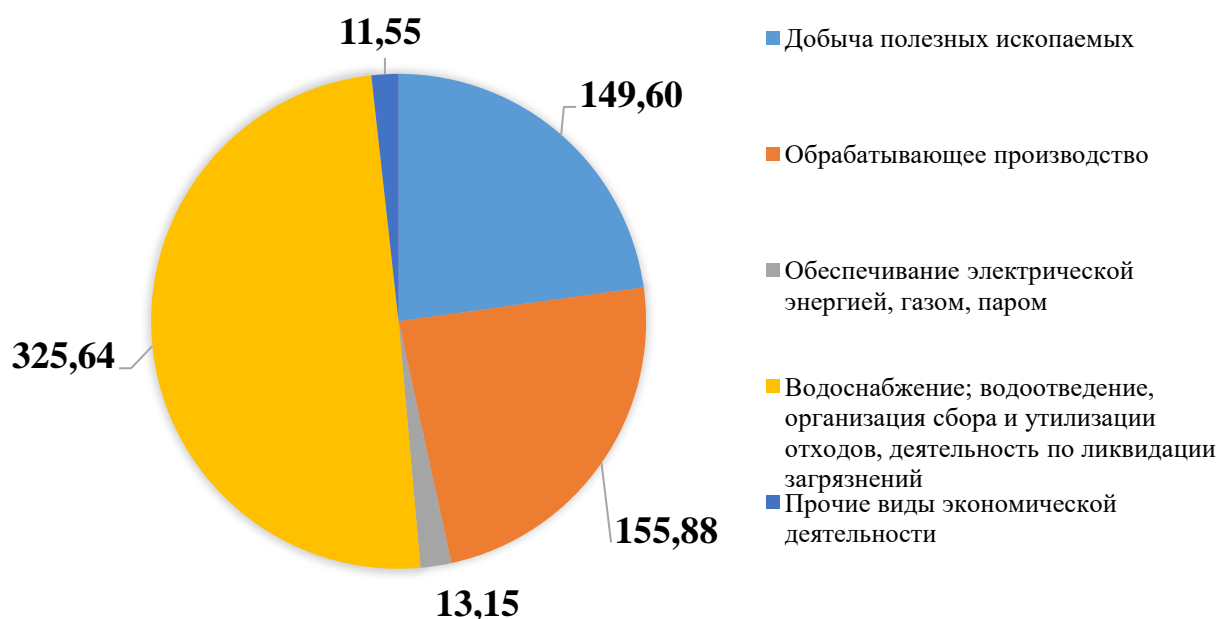


Рис. 1. Водоотведение в поверхностные водные объекты в 2021 г. предприятиями Свердловской области [2]

Структура использования свежей воды по основным видам экономической деятельности в 2021 году представлена на рисунке 2.

Основным источником загрязнения водных объектов области является сброс загрязненных сточных вод. Наибольшее количество загрязненных сточных

вод поступает в поверхностные водные объекты от предприятий: коммунального хозяйства – 61,6 %; обрабатывающих производств – 26,8 %; по добыче полезных ископаемых – 9,1 %.

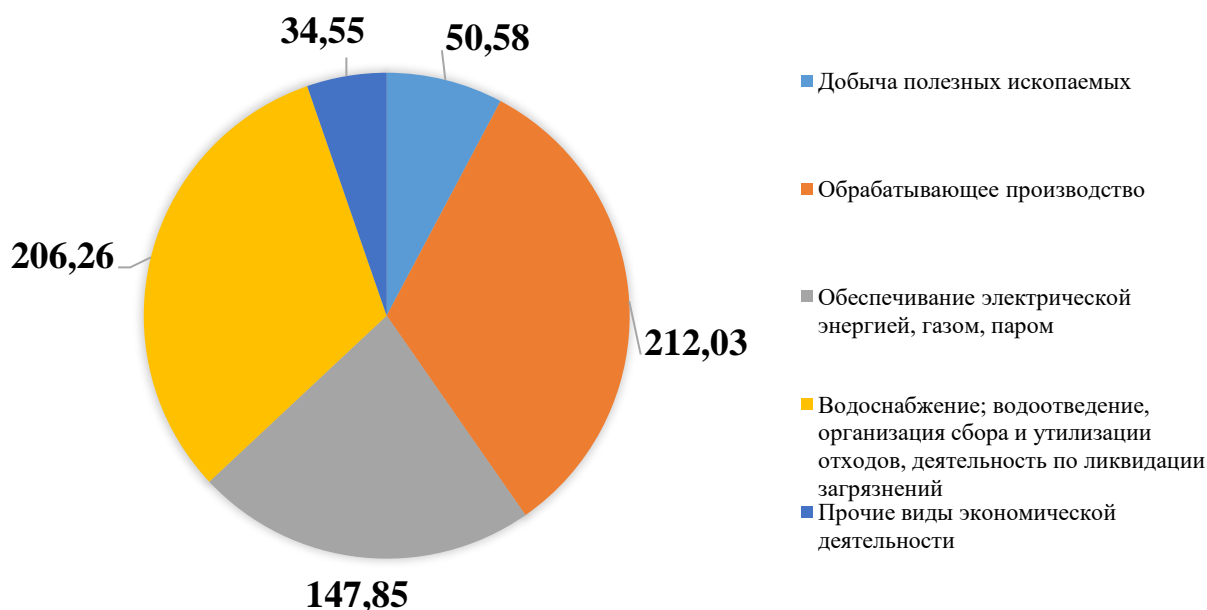


Рис. 2. Структура использования свежей воды по основным видам экономической деятельности в 2021 году [2]

Наиболее распространенными загрязнениями, поступающими со сточными водами в поверхностные водные объекты, являются: взвешенные вещества, соединения тяжелых металлов, нефтепродукты, нитрит–ионы, нитрат–ионы, азот аммонийный, фосфаты и др.

Основная причина загрязнения водных объектов – ненормативная работа очистных сооружений, отсутствие очистных сооружений. Для сохранения и восстановления водных объектов требуется: прекращение сброса сточных вод без очистки, строительство, реконструкция, модернизация очистных сооружений, внедрение новых методов очистки, строительство сооружений по доочистке, перевод производственных процессов на бессточные системы водоснабжения, внедрение прогрессивных водосберегающих технологий [1].

Основным источником загрязнения водных объектов области является сброс загрязненных сточных вод. Наибольшее количество загрязненных сточных вод поступает в поверхностные водные объекты от предприятий: коммунального

хозяйства – 61,6 %; обрабатывающих производств – 26,8 %; по добыче полезных ископаемых – 9,1 %.

Перечень нижеприведенных предприятий – основных источников загрязнения поверхностных водных объектов на территории Свердловской области в 2020–2021 годах приведен в таблице 2. Вклад данных предприятий в общем объеме водоотведения загрязненных сточных вод по Свердловской области в 2021 г. составил 84,8 % [2].

Таблица 2

Перечень предприятий – основных источников загрязнения поверхностных водных объектов СО в 2020–2021 годах [2]

№	Наименование предприятия	Отведено сточных вод, всего (млн куб. м)		Отведено загрязненных сточных вод (млн куб.м)	
		2020 год	2021 год	2020 год	2021 год
1	МУП «Водоканал», МО «город Екатеринбург»	146,71	141,41	146,71	141,41
2	ООО «Водоканал-НТ», город Нижний Тагил	37,23	36,55	37,23	36,55
3	АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат», город Нижний Тагил	30,32	27,48	30,32	27,48
4	ПАО «Уралжипласт» город Нижний Тагил	25,87	24,7	25,87	24,7
5	АО «РУСАЛ Урал» город Каменск-Уральский	33,12	24,27	33,12	24,27
6	ППМУП «Водоканал», город Первоуральск	20,73	19,43	20,67	19,37
7	ПАО «ВСМПО-АВИСМА», город Верхняя Салда	19,71	17,8	19,71	17,8
8	МУП «Водоканал», город Новоуральск	16,09	15,81	16,09	15,81
9	ОАО «Высокогорский горнообогатительный комбинат», город Нижний Тагил	11,12	14,62	11,12	14,62
10	АО «Водоканал КУ» город Каменск-Уральский	14,47	14,25	14,47	14,25

Современные предприятия ориентированы на улучшение качества сточных вод. Они проводят максимально возможную очистку доступными современными методами. Обратимся к Информационно-техническому справочнику по НДТ ИТС 8-2015 «Очистка сточных вод при производстве

продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях». В нем указаны самые передовые виды очистки сточных вод, а именно [4]:

1) очистка без реагентов:

– физико-механическая обработка (отстаивание, центрифугирование, процеживание, гидроциклонирование);

– флотация (магнитная сепарация, фильтрование);

2) физико-химические методы:

– регенерация сточных вод (ионный обмен, мембранный метод, адсорбция, дегазация, электродиализ, экстракция, кристаллизация);

– деструкция сточных вод (окислительные и восстановительные методы, нейтрализация, химическое осаждение).

3) Методы биологической очистки сточных вод;

4) Обеззараживание сточных вод и осадков.

Промышленные предприятия оказывают огромную нагрузку, как на экологию Свердловской области в целом в целом, так и на водные объекты в частности. В связи с этим фактом, предприятиям стоит обратить внимание на следующие современные методы снижения загрязнения сточных вод.

1. Вводить в эксплуатацию системы автоматического мониторинга сточных вод, а также системы автоматического регулирования дозировки химических веществ на очистных сооружениях. Минимизировать присутствие человеческого фактора.

2. Оцифровывать процесс управления сточными водами с целью дальнейшей оптимизации и поиска возможностей для усовершенствования процесса очистки.

3. Находить инновационные реагенты для физико-химических и биологических методов очистки. Обращать внимание на отечественные и мировые стартапы по очистке сточных вод, внедрять их на предприятии в тестовом варианте проводить исследования и давать обратную связь разработчикам для улучшения.

4. На всех участках, где это возможно переходить на замкнутый цикл.

5. Загрязняющие вещества, попадающие из предприятий в открытые водные источники, серьезно влияют на экологию региона. Развитие современных технологий очистки сточных вод позволяют с каждым годом минимизировать попадание токсичных и загрязняющих элементов в окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2021 год. // Росгидромет – 2021. [Электронный ресурс]. – URL : https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/dc8/Obzor_2021.pdf?ysclid=lg3eowji66666114407 (дата обращения: 20.03.2023).

2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Свердловской области в 2021 году». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mprso.midural.ru/uploads/2021/10/макет%202020.pdf> (дата обращения: 27.03.2023).

3. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 г.» [Электронный ресурс]. – URL : https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_vodnykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/ (дата обращения: 01.04.2023).

4. Румянцева, А. В., Сторожева, Е. О. Современные технологии очистки сточных вод промышленных предприятий // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XVI международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрФУ, 2022. – С. 127–130.

*N. S. Evdochenko, A. M. Tikhonova, M.V. Berezyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia*

ANALYSIS OF THE USE OF WATER RESOURCES IN THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

А. П. Караева, Е. Р. Магарил,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА ОБЪЕКТАХ ТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

The article discusses ways to improve the environmental management of traditional energy facilities. The key tools of effective environmental management are identified.

Возрастающее негативное воздействие традиционной энергетики на окружающую среду и специфика отрасли требуют изменения принципов управления. Современные подходы к управлению в большей степени ориентированы на достижение экономической эффективности, экологическая составляющая проекта может учитываться не в полной мере [1]. В перспективе это создает определенные экологические риски реализации энергетических проектов с последующей эксплуатацией объектов энергетики.

Для повышения эффективности управления на всех стадиях жизненного цикла предприятия или проекта необходимо учитывать экологические факторы, представленные в таблице 1.

В соответствии с перечисленными факторами, можно выделить следующие инструменты управления природоохранной деятельностью на объектах традиционной энергетики:

- система экологического менеджмента (СЭМ);
- оценка экологической эффективности деятельности предприятия;
- система обращения с отходами;
- управление корпоративной культурой организации;
- внедрение принципов циркулярной экономики.

Основополагающим фактором эффективного управления проектами или предприятиями в энергетике является наличие системы экологического менеджмента (СЭМ), которая охватывает широкий спектр задач природоохранной деятельности предприятия на краткосрочную и долгосрочную перспективу.

Факторы, оказывающие влияние на экологическую эффективность объектов традиционной энергетики [1–3]

Группа факторов	Факторы
Эффективное функционирование системы менеджмента на предприятии	<ul style="list-style-type: none"> – использование системы экологического менеджмента на предприятии; – проведение ежегодного экологического аудита; – разработка экологической политики предприятия на краткосрочную и среднесрочную перспективу; – проведение образовательных мероприятий в сфере сохранения климата и окружающей среды для сотрудников организации.
Рациональное использование природных ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> – эффективное использование топливных ресурсов; – эффективное использование водных ресурсов; – эффективное использование прочих природных ресурсов; – внедрение ресурсосберегающих технологий.
Минимизация воздействия объекта энергетики на окружающую среду	<ul style="list-style-type: none"> – использование наилучших доступных природоохранных технологий; – использование современного производственного оборудования; – использование экологически более чистых топлив для производства энергии (например, природный газ вместо угля);
Эффективное функционирование системы обращения с отходами на предприятиях энергетики	<ul style="list-style-type: none"> – минимизация образования отходов производства и потребления; – использование эффективных практик переработки и утилизации отходов производства и потребления.
Административно-правовые факторы	<ul style="list-style-type: none"> – изменение и/или ужесточение природоохранного законодательства.

Внедрение СЭМ на предприятиях традиционной энергетики предполагает:

- разработку экологической политики предприятия;
- проведение оценки негативного воздействия объекта энергетики на окружающую среду и анализ прочих экологических аспектов;
- создание системы экологического мониторинга;
- проведение ежегодного внутреннего экологического аудита;
- контроль за соблюдением требований экологического законодательства;
- планирование природоохранной деятельности [4].

СЭМ в значительной мере снижает возникновение экологических рисков и связанных с ними финансовых потерь и позволяет минимизировать величину экологических платежей за счет эффективного ведения природоохранной

деятельности. Кроме этого, внедрение СЭМ стимулирует внедрение принципов циркулярной экономики в деятельность предприятия.

Система обращения с отходами также является важным компонентом эффективного управления объектом энергетики и перехода к экономике замкнутого цикла. Отходы производства и потребления образуются на всех стадиях жизненного цикла как предприятия, так и инвестиционного проекта, и требуют использования специализированных практик обращения с ними. В таблице 2 [5–7] представлены основные практики управления отходами на объектах традиционной энергетики в зависимости от вида образуемых отходов.

Таблица 2

Практики обращения с отходами на предприятиях традиционной энергетики

Вид отходов	Рекомендуемые практики
Твердые коммунальные отходы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрение системы отдельного сбора отходов на всех объектах энергетического предприятия. 2. Переработка макулатуры, некоторых видов пластика и стекла в специализированных организациях.
Золошлаковые отходы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Передача золошлаковых отходов специализированным организациям для их дальнейшей утилизации, нейтрализации и переработки. Использование переработанных продуктов возможно в дорожном строительстве и в производстве строительных материалов 2. Продажа золошлаковых отходов заинтересованным организациям с целью получения дополнительной прибыли: некоторые виды отходов могут быть использованы для засыпки горных выработок, рекультивации отработанных карьеров и т. д.
Строительные отходы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сбор и передача определенных видов строительных отходов для переработки в щебень с возможностью последующей продажи. 2. Повторное использование металлических конструкций.
Электронные отходы	Обязательная передача отходов сторонним организациям, которые занимаются их утилизацией и нейтрализацией, а именно разборкой электронного оборудования, извлечением компонентов, имеющих ресурсную ценность, и передачей их на переработку и дробление устройств в разобранном виде с дальнейшей сортировкой лома и получением полиметаллического концентрата.

Внедрение системы управления отходами производится в процессе внедрения СЭМ, но может быть и независимой от нее [4]. Для предприятий, использующих в качестве топлива природный газ или мазут, возможно внедрение упрощенной системы обращения с отходами.

Управление корпоративной культурой, в частности широкое освещение необходимости сортировки отходов, постоянное обучение сотрудников по актуальным вопросам природоохранной деятельности, адаптация структуры управления под СЭМ и пр., повышает уровень осведомленности сотрудников в вопросах экологии [4] и косвенно стимулирует снижение негативного воздействия объекта энергетики на окружающую среду за счет оптимизации административного управления предприятием.

Таким образом, использование предложенных инструментов позволяет увеличить эффективность управления природоохранной деятельностью на предприятиях, а также инвестиционными проектами традиционной энергетики. Например, внедрение СЭМ (включая систему обращения с отходами) и проведение ежегодной оценки воздействия объекта энергетики на окружающую среду способствует снижению платы за негативное воздействие, внедрение принципов циркулярной экономики может дать дополнительные конкурентные преимущества (например, дополнительные доходы от реализации отходов производства сторонним организациям), а «эко-модернизация» корпоративной культуры улучшает имидж предприятия на рынке.

Наличие описанных выше инструментов также может учитываться на стадии отбора инвестиционных проектов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-01740, [https:// rscf.ru/project/22-28-01740/](https://rscf.ru/project/22-28-01740/)

ЛИТЕРАТУРА

1. Караева, А. П., Магарил, Е. Р. Показатели природоемкости производства энергии как инструмент оценки эффективности проектов в энергетике // *Journal of Applied Economic Research*. – 2020. – 19(2). – С. 166–179. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://doi.org/10.15826/vestnik.2020.19.2.009> (дата обращения: 29.03.2023).

2. Энергетический менеджмент: монография / И. Г. Ахметова, Л. Р. Мухаметова, Н. А. Юдина. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – 146 с.

3. Бельчикова, Е. С., Чернов, С. С. Отраслевые особенности энергетики и их влияние на инвестиционный процесс // Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития. – 2013. - №2. – С.199–208.

4. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200134681> (дата обращения: 29.03.2023).

5. Горина, Л. Н., Данилина, Н. Е., Фрезе, Т. Ю., Кущенко, И. М. Методология и логистика обращения с отходами производства в организациях энергетического комплекса // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. №5(2). – С. 641–645.

6. Золошлаковые отходы. Часть 2: Экономическая выгода переработки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ect-center.com/blog/zoloshlakovie-othody-2> (дата обращения: 01.04.2023).

7. Электронные отходы: проблемы для окружающей среды и способы утилизации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rcycle.net/othody/vidy/elektronnye-problemy-dlya-okruzhayushhej-sredy-i-sposoby-utilizatsii> (дата обращения: 01.04.2023).

A. P. Karaeva, E. R. Magaril,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL ACTIVITIES AT CONVENTIONAL ENERGY FACILITIES

О. В. Литвинова, А. Ю. Бояринов,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПЕРЕОРИЕНТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА РОССИИ

The article discusses the supply of natural gas from Russia to Europe and the Asia-Pacific region until 2021 and the factors of reorientation of Russian exports to the Asia-Pacific region. The existing infrastructure of Russia's main gas pipelines and plans for the construction of new production facilities in Russia are also outlined.

2023 год станет переломным в нефтегазовой отрасли Российской Федерации. В полную силу заработают запреты и ограничения Евросоюза (далее – ЕС), в прошлом основного импортера энергоресурсов страны. Если по результату предыдущих лет в Европу уходила половина поставок российской нефти, то в 2022 году экспорт нефти в течение года снижался, а в декабре из-за эмбарго ЕС – сократился сразу на 11 % [1].

Россия адаптировалась к новым реалиям и переориентировала значительный объем экспорта нефти из ЕС в Китай, Индию, Турцию. Что касается газа, то настолько быстрыми темпами поставки газа переориентировать на азиатские рынки не получится, ввиду отсутствия магистральных газопроводов в достаточном количестве, способных полностью обеспечить новых потребителей природным газом из России.

В настоящее время ведется работа по согласованию новых маршрутов на восток с Китаем и Пакистаном. Подписанный в 2014 году договор между Россией и Китаем подразумевает поставку природного газа в ежегодном объеме 38 млрд м³ в течение 30 лет по магистральному газопроводу «Сила Сибири-1». Также запланировано строительство и ввод магистральных газопроводов «Сила Сибири-2, -3» в Китай – все это говорит о том, что диверсификация поставок российского газа уже началась еще задолго до 2022 года.

Введение санкций против России получило двойное отражение, так как сама Европа столкнулась с максимальным ограничением поставок газа из России, которые во многом были основой ее экономической мощи.

Для стран Старого Света полное прекращение поставок российского сырья будет означать либо дефицит топлива, тепла и электроэнергии, либо, если замена импорту из России будет найдена, сильное подорожание коммунальных услуг, транспорта и почти всех товаров, то есть гиперинфляцию и экономический спад.

Для России прекращение экспорта на Запад существенно не влекут никаких последствий, так как сокращение энергоресурсов в стране не произойдет, но доходы бюджета от нефтегазовой отрасли снизятся, а они составляют до 40 % всех поступлений в бюджет страны. Какую-то часть страна компенсирует за счет запредельных цен на этот ресурс в Европе и Азии, но саму добычу неминусом придется сокращать, так как сжигать лишний газ в факелах нецелесообразно. Возможно, что Россия будет строить дополнительные газопроводы в Китай, и даже, может быть, получится добиться реализации проекта трубопроводных поставок в Пакистан и Индию.

Стоит отметить, что горизонт событий в данном случае составляет от 5 до более 15 лет, а стране нужно придумывать новые пути «обхода» санкций и способы получения доходов в бюджет страны от основных источников газовой промышленности в ближайшее время.

На сегодняшний день Россия имеет современную газотранспортную систему, которая ежегодно только увеличивает производственные мощности. В тоже время через территорию России проходят множество магистральных газопроводов, через которые осуществляется экспорт природного газа и СПГ в Европу, Дальнее зарубежье и Азиатско-Тихоокеанский регион.

Общая проектная мощность магистральных газопроводов России составляет 398,4 млрд м³ в год, с учетом диверсии на газопроводах «Северный поток-1, -2» и приостановки транспортировки газа через газопровод «Ямал-СПГ» фактическая проектная мощность составляет 255,5 млрд м³ в год.

Характеристика существующих (действующие, выведенные из строя и планируемые) газопроводов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика магистральных газопроводов России в Европу и АТР

№	Наименование газопровода	Проектная мощность, млрд куб. м. в год	Оператор	Протяженность, км	Маршрут
1	Северный поток-1	55	Nord Stream 2 AG	1224 км	Россия, Дания, Германия, Финляндия и Швеция
2	Северный поток-2				
3	Турецкий поток-1	15,75	South Stream Transport B.V.	1100 км	Турция
4	Турецкий поток-2				Южная и Юго-Восточная Европа
5	Голубой поток	16	«Газэкспорт» (Россия); Botas (Турция)	1213 км	Турция
6	Ямал-Европа	32,9	ПАО «Газпром» (на территории России и Белоруссии); EuRoPol GAZ (Польша); WINGAS (Германия)	2000 км	Европа
7	Уренгой-Ужгород	32	ПАО «Газпром» (Россия); «Укртрансгаз» (Украина)	4451 км	Украина
8	Союз	26	«Газопровод Союз Восток» (Россия)	2750 км	Украина
9	Прогресс	26	ПАО «Газпром» (Россия); «Укртрансгаз» (Украина)	3473 км	Украина
10	Выборг-Иматра	6	Nord Stream 2 AG	900 км	Финляндия
11	Сила Сибири-1	38	ПАО «Газпром»	2200 км	Китай
12	Сила Сибири-2	50		800 км	
13	Сила Сибири-3	10		250 км	
14	Средняя Азия – Центр	80	ПАО «Газпром»	5000 км	из Туркменистана через Узбекистан и Казахстан в Россию

*составлено автором на основе данных [2]

До введения санкций стран Запада и США Россия являлась крупнейшим лидером по экспорту природного газа в страны Европейского союза и ежегодно экспортировала около 200 млрд куб. м., при ежегодной добычи в 720 млрд куб. м. Данные по экспорту российского газа за 5 лет представлены на рисунке 1.



Рис.1. Экспорт и цены природного газа России (составлено автором на основе данных [3])

Поставки экспорта природного газа России имели положительную тенденцию до 2020 г. (пандемии, вызванной *COVID-19*), 2021 год лишь улучшил значения на 1 млрд м³ в связи с тем, что предприятия восстанавливали прежнюю деятельность и пытались выйти на объем, который был до пандемии. В 2022 году сложилась иная ситуация, вызванная не биологическими факторами, а политическими, в связи со сложившейся ситуацией на соседней территории России в последние годы – Украине. В связи с чем большое количество западных санкций и отказ от сотрудничества с Россией многих стран привлекли к значительному сокращению поставок из России природного газа в Европу.

Согласно прогнозам Министерства энергетики России, доля газа в мировом энергобалансе уменьшаться не будет вплоть до 2045 года, наоборот, возможен рост доли газа, несмотря на текущее положение во взаимодействии стран. Это объясняется тем, что газ является наиболее чистым источником энергии среди углеводородов и переходным типом энергии от традиционных типов топлива к ВИЭ. При самых резких раскладах доля углеводородов (газ, нефть, уголь) упадет на 20–25 %. То есть основным топливом в мире все равно останутся углеводороды. Структура видов источников энергии в мировом энергобалансе представлена на рисунке 2.

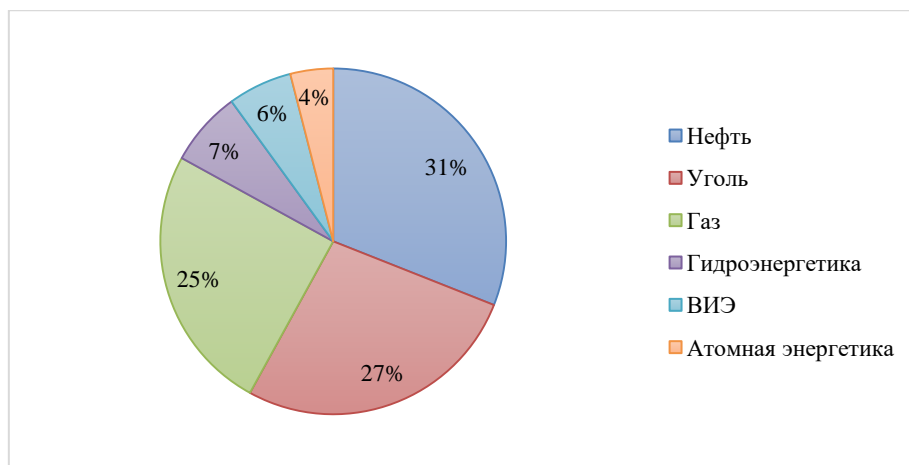


Рис.2. Прогноз структуры видов источников энергии в мировом энергобалансе до 2045 г. (составлено автором на основе данных [3])

Страны с крупнейшими запасами природного газа представлены в таблице 2 (по данным отчета *British Petroleum* на 30 декабря 2022 года).

Таблица 2

Топ-5 стран с крупнейшими запасами природного газа на 2022 г.

№	Страна	млрд куб. м.
1	Россия	48 938
2	Иран	34 077
3	Катар	23 831
4	Туркменистан	15 365
5	США	12 938

*составлено автором на основе данных [4]

Ввиду того, что в России преобладают тепловые электростанции около 61,5 %, газ в нашей стране играет особую роль в обеспечении потребностей внутреннего рынка: газификация регионов в стране, в производственных целях, в качестве моторного топлива [5]. В то время как в Европе ситуация совсем другая, Европа на 80 % зависима от природного газа, это объясняется тем, что использование природного газа как в бытовых, так и производственных целях наиболее экологично и безопасно.

По данным Международного энергетического агентства (далее – МЭА) мировое потребление природного газа в 2021 году выросло на 4,6 %, что более чем вдвое превышает данные по отношению к 2020 году. В конце 2022 года МЭА спрогнозировало снижение потребления газа в мире 0,8 %, а в 2023 году рост на 0,4 %. К снижению потребления привели высокие цены на природный газ и

дефицит предложения в большинстве регионов. Так, в странах Организации экономического сотрудничества и развития в Европе спрос на газ снизился в январе-августе почти на 10 % в годовом исчислении, при этом в промышленности падение составило примерно 15 % из-за сокращения производства [6]. На азиатских рынках также наблюдалось небольшое снижение спроса, особенно в Индии и Корее. В Китае и Японии он практически не изменился. МЭА объясняет напряженность на газовых рынках, прежде всего, прекращением газового экспорта Россией в Европу по нескольким трубопроводам, что привело к сокращению российских поставок в этот регион почти на 50 % с начала 2022 года по сравнению с аналогичным периодом 2021 года. Страны с наибольшим потреблением природного газа в 2022 году представлены в таблице 3.

Таблица 3

Топ стран с наибольшим потреблением природного газа за 2022 г.

№	Страна	Потребление газа, млрд куб. м.
1	США	934,2
2	Россия	701,7
3	Иран	256,7
4	Китай	209,5
5	Катар	177,0
6	Канада	172,3
7	Австралия	147,2
8	Саудовская Аравия	117,3
9	Норвегия	114,3
10	Алжир	100,8
11	Туркменистан	79,3
12	Египет	67,8
13	ОАЭ	57,0
14	Узбекистан	50,9

*составлено автором на основе данных [4]

Таким образом, можно сказать, что потребление природного газа, в ближайшем будущем точно не сократится на мировом рынке, а экспортные поставки природного газа временно переориентируются в страны АТР, потому что газ в настоящее время является самым доступным сырьем в энергетическом балансе. Однозначно, что международное сотрудничество между Россией и странами АТР, в том числе Китаем, является выгодным и целесообразным на

30 лет. Помимо этого, с экономической точки зрения важно понимать, что переориентация газовых потоков потребует существенных капитальных вложений на реализацию проектов, связанных с созданием новой дополнительной газовой инфраструктуры. Кроме того, нужно учитывать, что Китай не собирается в большей степени зависеть от поставок российского природного газа. Помимо России Китай закупает трубопроводный газ в Туркмении, Узбекистане, Казахстане и Мьянмы. Но с другой стороны, если в настоящее время Россия не будет предпринимать попытки переориентации газовых потоков в другие страны, возникает риск с потерей выручки от реализации экспортного газа в 264 млрд долларов до 2032 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитический отчет Центра развития Энергетики «Разворот на восток». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://entran.ru/wp-content/uploads/2022/12/report_2022.pdf (дата обращения: 25.03.2023).

2. Интерактивная карта газопроводов России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youkarta.ru/karta-gazoprovodov/> (дата обращения: 25.03.2023).

3. Статистический портал Банка России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cbr.ru/statistics/macro_itm/svs/export_energy/ (дата обращения: 25.03.2023).

4. Отчет «Статистический обзор» British Petroleum за 2022 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 25.03.2023).

5. Общественно-деловой научный журнал «Энергетическая политика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://energypolicy.ru/wp-content/uploads/2023/02/ep-№2180-2023.pdf> (дата обращения: 25.03.2023).

6. Отчет «Глобальный энергетический обзор за 2021» Международного энергетического агентства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021> (дата обращения: 25.03.2023).

O. V. Litvinova, A. Y. Boyarinov,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**REORIENTATION OF NATURAL GAS TRANSPORT FLOWS IN
RUSSIA**

Н. В. Махнева, М. В. Березюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ТКО В РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

The article deals with the problem of the formation and accumulation of waste in Russia and in European countries. It also discusses methods of recycling waste.

Ежегодно в России образуется огромное количество твердых коммунальных отходов (ТКО), большая часть которых не подлежит утилизации из-за низкого уровня сортировки на бытовом уровне. В результате растет количество полигонов захоронения, число свалок, которые несут высокую нагрузку на окружающую среду. Опыт европейских стран показывает, что при организации грамотной системы сбора отходов возможно перейти на экономику замкнутого цикла и начать вторично использовать большую часть образованных бытовых отходов. Восемь стран, входящих в состав Евросоюза, а именно Германия, Австрия, Словения, Нидерланды, Швейцария, Люксембург, Бельгия и Италия, уже к 2020 году перерабатывали более 50 % коммунальных отходов [1].

В России уровень переработки значительно ниже. По данным Росприроднадзора в 2021 году в Российской Федерации было образовано 48362,8 тыс. т твердых коммунальных отходов. Несмотря на то, что этот показатель на 0,2 % ниже результатов 2020 года (тогда было образовано 48462,0 тыс. т ТКО), он все равно остается недопустимо высоким. Из этого количества было переработано 46,5 % отходов (22496,2 тыс. т), что на 20,3 % больше, чем в 2020 году [2].

Рассматривая отдельные регионы, можно отметить, что лидирующую позицию по образованию ТКО среди федеральных округов занимает Центральный федеральный округ, на территории которого в 2021 году было образовано 34 % всех отходов РФ (рис. 1). Такие показатели могут быть обусловлены высокой плотностью населения [2].

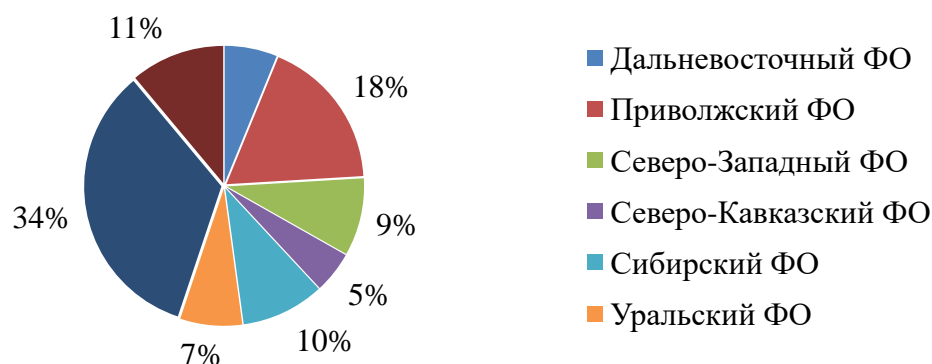


Рис. 1. Распределение объема образования ТКО в разрезе федеральных округов Российской Федерации в 2021 году, % [2]

Из-за слабо развитой системы обработки, обезвреживания и утилизации, большая часть отходов подвергается захоронению. В 2021 году в РФ было захоронено 44481,7 тыс. т твердых коммунальных отходов. Наибольшие показатели отмечаются в Южном и Центральном федеральных округах, где было захоронено 10880 и 17058 тыс. т ТКО соответственно (рис. 2).

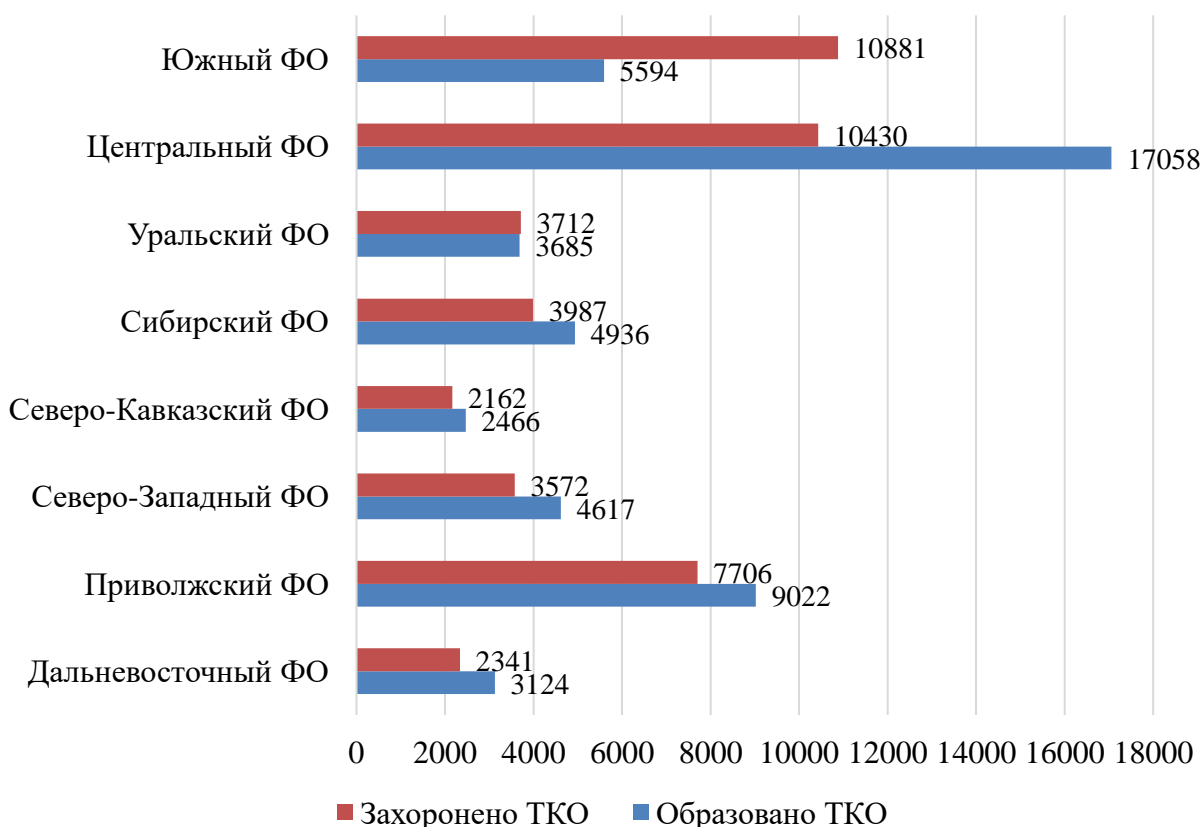


Рис. 2. Распределение объема образования и захоронения ТКО в разрезе федеральных округов Российской Федерации в 2021 году, тыс. т [2]

В Свердловской области в 2021 году общий объем образованных ТКО составил 1458,8 тыс. т, из которых утилизировано только 145,7 тыс. т, что соответствует 10 %. Этот показатель на 2,5 % ниже, чем в 2020 году (табл.) [3].

Таблица

Динамика образования и обработки ТКО в Свердловской области
за 2017–2021 годы, тыс. т [3]

Год	2017	2018	2019	2020	2021
Образовано ТКО (тыс. т)	1414	1542	1513,4	1470,6	1458,8
Обработано, утилизировано и обезврежено ТКО (тыс. т)	155,9	139,9	144,2	183,3	145,7
% утилизации ТКО	11,0	9,1	9,5	12,5	10,0

Отходы, не подлежащие переработке, отправляются на полигоны и свалки. На 2021 год на территории Свердловской области зарегистрировано 206 объектов размещения ТКО на площади 738 га [3].

Помимо негативных экологических последствий (загрязнение почвы, грунтовых вод и т. д.), образование отходов приводит к большим финансовым нагрузкам региона. Согласно постановлению правительства РФ № 758 от 29.06.2018 г. за размещение отходов в пределах лимитов, установленных законодательством, а также за сверхлимитное размещение по Свердловской области в 2021 году были начислены платежи в размере 864,967 млн рублей, что на 225,876 млн рублей выше прошлого года [3].

Этих последствий можно было бы избежать, при увеличении доли перерабатываемых отходов. Серьезной проблемой в цепочке сбора и переработки является сортировка на бытовом уровне. Грамотная, повсеместная сортировка позволяет значительно облегчить процессы утилизации на мусороперерабатывающих предприятиях.

В России необходимая инфраструктура слабо развита, что серьезно усложняет процессы сортировки. По данным опроса РЭО в 2021 году 61 % россиян не занимаются сортировкой отходов дома, мотивируя это отсутствием контейнеров в шаговой доступности [4].

Хорошие примеры грамотной сортировки отходов можно найти в странах Евросоюза. Согласно отчету европейского общества «Zero Waste Europe» за 2021 год в Хорватии под руководством компании *PRE-KOM* успешно проходит внедрение системы раздельного сбора отходов [5]. Если в 2015 году отсортировывалось только 22 % отходов, то к 2020 году этот показатель в некоторых регионах вырос до 65,23 %. До 2025 года планируется повысить результаты до 75%. Достижение таких успехов обязано внедрению системы сбора «*door-to-door*» [6], согласно которой граждане оставляют отсортированные отходы прямо рядом с домом, откуда их забирают коммунальные службы.

В Болгарии система «*door-to-door*» также стала одной из наиболее часто применяемых, появляются новые компостные установки, ведется сбор вторсырья. Благодаря этому в стране к концу 2021 года было образовано на 12 % меньше отходов в сравнении с 2019 годом. Количество захороненных отходов снизилось на 29 %, а раздельный сбор увеличился на 32 %. Все мероприятия направлены на создание городов с нулевым количеством отходов [5].

Твердые коммунальные отходы – это не только нагрузка на окружающую среду, они могут быть использованы для получения альтернативных видов топлива, например, топлива *RDF* (*Refuse Derived Fuel* – восстановленное топливо из отходов), которое уже находит применение на заводах в Европе. На цементных производствах в Германии до 90% всего топлива – это *RDF*. Опыт стран Европейского союза свидетельствует, что *RDF*-топливом может быть замещено до 70 % основного технологического топлива, расходуемого на обжиг клинкера цементными заводами. Его сжигание в цементных печах оказывает меньшее воздействие на окружающую среду [7].

В России также начинает применяться эта технология. Например, в Калужской области функционирует предприятие «КЗПАТ», занимающееся сортировкой, утилизацией отходов и производством *RDF*-топлива. В 2020 году на заводе было произведено более 25 тыс. тонн топлива [8].

При получении альтернативных источников энергии сортировка отходов также является одним из важнейших этапов производства. Согласно статье 1 ФЗ- 89 «Об отходах производства и потребления», получение альтернативных видов топлива из ТКО возможно только после извлечения полезных компонентов (черные и цветные металлы, камни, стекло, керамика) на объектах обработки [9]. Кроме того, важно отсортировать опасные компоненты, которые при сгорании могут нанести сильный вред атмосфере – это хлорсодержащий пластик ПВХ, батарейки, электронные устройства и т. д. [10]. Поэтому проблема качественной сортировки отходов и здесь выходит на передний план.

Подводя итоги, можно сказать, что для решения проблемы чрезмерного накопления ТКО и формирования системы замкнутого цикла необходимо проводить комплексные меры, включающие в себя строительство современных мусороперерабатывающих заводов, популяризацию раздельного сбора отходов среди населения и создание инфраструктуры, позволяющей его осуществлять. Принятие таких мер позволит снизить количество производимых отходов, замедлить рост полигонов, свалок и сохранить природные ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Waste recycling in Europe. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.eea.europa.eu/ims/waste-recycling-in-europe> (дата обращения: 08.04.2023).

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения: 08.04.2023).

3. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды на территории Свердловской области в 2021 году». [Электронный ресурс]. – Режим

доступа : <https://mprso.midural.ru/article/show/id/1126> (дата обращения: 08.04.2023).

4. Около трети россиян стали отдельно собирать мусор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reo.ru/tpost/5t6jp5lml1-okolo-treti-rossiyan-stali-razdelno-sobi> (дата обращения: 06.04.2023)

5. McQuibban, Jack. Cities Programme Coordinator at Zero Waste Europe The state of zero waste municipalities report. 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://zerowastecities.eu/wp-content/uploads/2021/12/SZWMR_2021-Final.pdf (дата обращения: 07.04.2023).

6. Laurieri, N. et al. A Door-to-Door Waste Collection System Case Study : A Survey on its Sustainability and Effectiveness // Sustainability. 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/14/5520> (дата обращения: 07.04.2023).

7. Травин, И., Шмелев, А. Л. RDF-топливо. Зарубежный опыт и перспективы использования в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://7greenline.ru/novosti/news_post/rdf-toplivo-zarubezhnyy-opyt-i-perspektivy-ispolzovaniya-v-rossii (дата обращения: 06.04.2023).

8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kzpat.ru/info/news/v-kaluzhskoy-oblasti-za-god-proizvedeno-bolee-25-tysyach-tonn-rdf-topliva/> (дата обращения: 08.04.2023)

9. Валинеева, А. А., Степанова, Т. А. RDF как альтернативный источник энергии // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – № 3. – (2020). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2020/6377 (дата обращения: 06.04.2023)

10. Технологический стандарт ППК РЭО «Обращение с твердыми коммунальными отходами. Методы и технологии подготовки альтернативного топлива из твердых коммунальных отходов», 2021.

N. V. Makhneva, M. V. Berezyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

WASTE IN RUSSIA: PROBLEMS AND PROSPECTS

Е. Н. Мелентьева, А. В. Румянцева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

The article considers the problem of waste management in the oil industry. The definition of oil-containing waste is given, as well as the current state of the sphere of their circulation. The state policy in the field of waste management of production and consumption is described.

Проблема отходов является одной из наиболее обсуждаемых и инвестируемых в настоящее время. Бесконтрольное обращение с отходами приводит к их активному накоплению и серьезным экологическим последствиям. Высокие темпы роста населения за последние 100 лет привели к увеличению роста промышленного производства и, как следствие, к увеличению спроса на добычу первичных ресурсов. Такое состояние дел приводит с одной стороны к истощению невозобновляемых ресурсов, а с другой стороны к образованию большого количества отходов.

Среди отходов производства и потребления наибольшую часть составляют отходы от добычи полезных ископаемых, их доля в общем объеме составляет 92 %, на втором месте находится обрабатывающее производство (рис. 1). В разрезе добывающей отрасли одной из наиболее значимых для экономики отраслей является нефтяная промышленность, которая также является одной из самых экологически опасных отраслей. Опасность добычи и переработки нефтепродуктов подразумевает не только негативное влияние на окружающую среду в виде бурения скважин и разлива продуктов, но взрыво- и пожароопасность участвующих в процессе объектов [1].

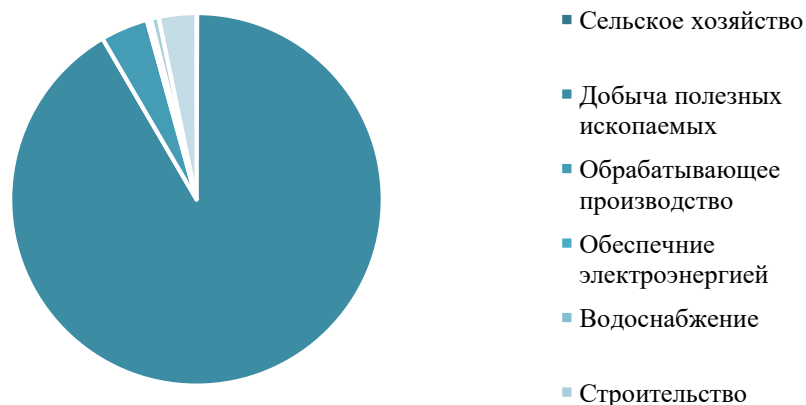


Рис.1 Отходы производства и потребления [1]

Определение понятия нефтесодержащих отходов закреплено в ГОСТ Р 56828.43–2018 «НДТ. Утилизация и обезвреживание нефтесодержащих отходов», согласно которому нефтесодержащими отходами являются «различные по составу и физико-химическим свойствам отходы, содержащие углеводородные смеси, образующиеся в процессах хранения, транспортировки и использования нефти и нефтепродуктов, в том числе при зачистке средств транспортировки и оборудования для хранения и использования нефти и нефтепродуктов, а также при очистке нефтесодержащих сточных вод» [2].

Классификация нефтесодержащих отходов согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) выглядит следующим образом:

- отходы добычи сырой нефти;
- отходы эксплуатации и обслуживания оборудования для транспортировки, хранения и обработки нефти и нефтепродуктов;
- отходы производства нефтепродуктов;
- отходы при ликвидации и локализации загрязнений нефтью и нефтепродуктами;
- отходы, образующиеся на локальных очистных сооружениях (ЛОС) при очистке нефтесодержащих вод;
- отходы нефтепродуктов, утративших потребительские свойства;
- отходы исследований углеводородов [3].

Ключевыми отходами отрасли являются нефтяные шламы и отходы бурения, образуемые в процессе нефтедобычи, и нефтяные эмульсии, отходы очистных сооружений нефтесодержащих сточных вод, нефтешламы от зачистки ёмкостей и оборудования, образуемые в процессе нефтепереработки. Дополнительным источником нефтеотходов являются отходы, собираемые в результате разливов нефти, например, загрязненные нефтепродуктами сорбенты.

Развитие нефтегазодобывающей отрасли неразрывно связано с эффективным управлением отходами. На современном этапе развития экономики к обращению с отходами предъявляются жесткие требования, направленные на сокращение негативного воздействия на окружающую среду.

Согласно ФЗ от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», основными мероприятиями по обращению с отходами являются сбор, накопление, транспортирование, обработка, утилизация, обезвреживание и размещение отходов [4].

По результатам 2021 года самыми распространенными способами обращения с отходами от добычи полезных ископаемых (7690,5 млн т) стали утилизацию и обезвреживание, хранение. На их число приходится 45,6 % и 40,4 % от общего числа отходов соответственно, на захоронение приходится около 12 % (рис. 2) [1].

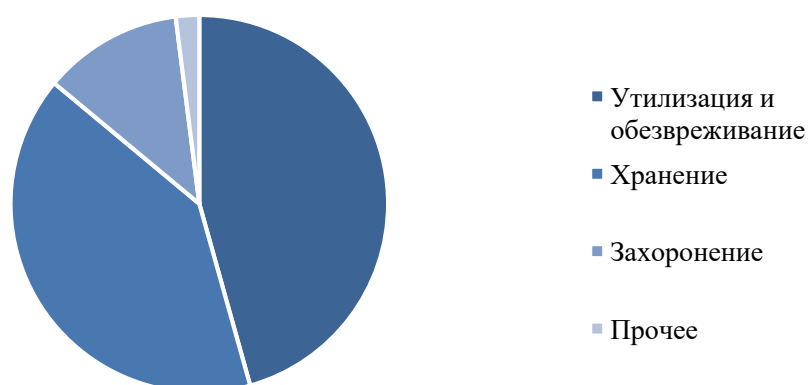


Рис.2. Обращение с отходами производства и потребления добывающей отрасли [1]

В последние годы динамика обращения с отходами от добычи сырой нефти и газа имеет положительную направленность, выраженную в увеличении доли утилизированных и обезвреженных отходов в общем числе отходов с 26,7 % в 2016 году до 40,7 % в 2021 году (рис. 3) [1].

Одной из основных причин роста процента утилизированных отходов в отрасли является государственная политика в области обращения с отходами, второстепенной причиной можно отметить повышение экологической осознанности предприятий.

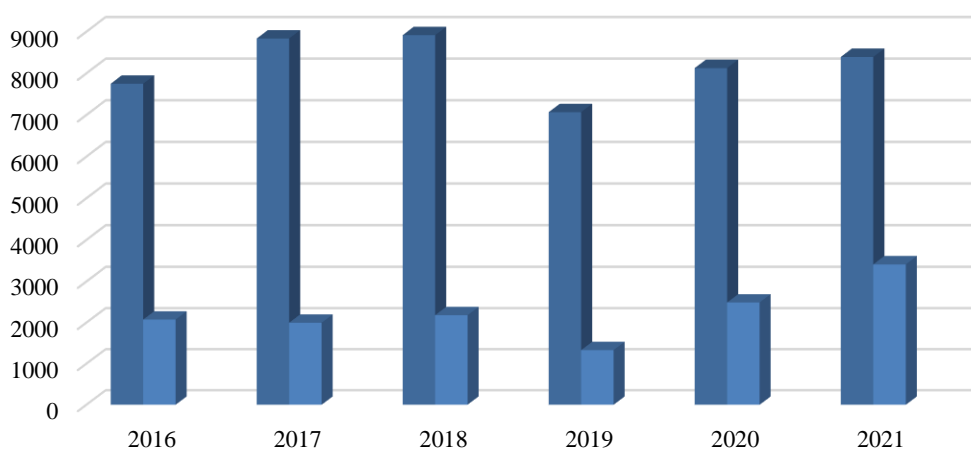


Рис.3. Динамика обращение с отходами производства и потребления добычи нефти и газа [1]

Регулирование в сфере обращения с отходами на территории РФ осуществляется посредством нормативных актов в области экологии. Среди интегрированных эколого-правовых норм можно выделить Конституцию РФ, ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7–ФЗ, ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 года № 89–ФЗ, а также ПП РФ от 31.12.2020 г. № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий». Среди дифференцированных норм выделяют ГОСТ Р 57703–2017 и ГОСТ Р 56828.43–2018.

Политика государства в области обращения с отходами отражена в национальном проекте Экология, который включает в себя 10 федеральных проектов. Одним из таких проектов является проект «Инфраструктура для

обращения с отходами I и II классов опасности», реализуемый совместно со «Стратегией развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года». Целью стратегии является снижение уровня образования отходов и рост объемов их утилизации, обезвреживания и обработки, а также развитие инфраструктуры данной области.

Для достижения целей стратегии были обозначены следующие мероприятия: совершенствование нормативно-правовой базы, анализ развития данной отрасли, постепенный отказ от импортного оборудования и переход на отечественное, а также создание национальных стандартов. Проводимые мероприятия должны охватить наиболее загрязненные и опасные районы государства [5].

В результате проведения стратегии планируется снизить уровень образования отходов на 3,7 %, увеличить долю обезвреженных и утилизированных отходов на 27 %, долю используемого отечественного оборудования на 50 % и построить 70 экотехнопарков [6].

Проведение государственной политики в сфере обращения с отходами способствует не только улучшению экологического состояния, но и развитию экономики. Переход на отечественное оборудование и создание технопарков помогают решить проблему вовлечения отходов в хозяйственное производство, а также повысить научный потенциал страны.

Таким образом, комплексное развитие сферы обращения с отходами на уровне государства и на уровне самого предприятия способствует увеличению темпов внедрения технологий утилизации отходов и, как следствия, улучшение состояния экологии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения: 25.03.2023).

2. ГОСТ Р 56828.43-2018. Наилучшие доступные технологии. Утилизация и обезвреживание нефтесодержащих отходов. Показатели для идентификации: Национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2019-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2018.

3. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.10.2021).

4. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 01.03.2023).

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.01.2018 №84-р «Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» (ред. от 13.10.2022).

6. Потапов, Е. А., Анализ стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления до 2030 года // Вопросы российской юстиции. – № 13. – 2021 – С. 98–106.

E. N. Melenteva, A. V. Rummyantseva,
Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

WASTE MANAGEMENT OF THE OIL AND GAS INDUSTRY: STATE AND PROSPECTS

Д. Е. Рогова, А. В. Румянцева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПОЛИТИКИ СОЕДИНЕННЫХ ШТАТОВ АМЕРИКИ

The scientific article is devoted to the study of the features of the oil and gas policy of the United States of America. The authors considered the organizational and economic structure of the oil and gas industry, state policy and taxation in the oil and gas complex, problems and prospects for its development.

Ведущая роль в структуре топливно-энергетического комплекса Соединенных Штатов Америки принадлежит нефтяной промышленности. Около 40% потребностей в энергии и топливе удовлетворяется именно за счет нефти. Второй по величине источник производства энергии США – природный газ [1].

История нефти в США началась с бурения в 1859 году скважины-первопроходца в Предаппалачском бассейне [2]. Преимущество нефти и нефтепродуктов в первой половине XX столетия доказала скорость темпов использования двигателей внутреннего сгорания, а затем и Вторая мировая война. Таким образом, нефть превратилась в базу топливно-энергетического хозяйства. Ее тесная связь с развитием автотранспорта и обеспечением стратегических нужд государства послужила тому, что нефтяная промышленность все больше определяла экономический и политический характер США.

Нефтяная и газовая промышленность США состоит из тысяч компаний, занимающихся разведкой и добычей, транспортировкой, переработкой, распределением и сбытом ресурсов. Отрасль часто неофициально делится на «*upstream*» (разведка и добыча), «*midstream*» (транспортировка и переработка) и «*downstream*» (распределение и маркетинг). Промышленный сектор, связанный с разведкой и добычей нефти, практически идентичен сектору, занимающемуся разведкой и добычей природного газа, но нефть и природный газ имеют разные промежуточные и последующие сектора.

Нефтегазовый сектор США на 100 % состоит из частных компаний [3]. Государство получает роялти, но непосредственно в разведке и разработке

углеводородов не участвует. Стоит отметить 10 ведущих производителей сырья, на долю которых в 2020 году пришлось 52 % от общей добычи нефти в США. Это *British Petroleum (BP)*, *Chevron*, *ConocoPhillips*, *ExxonMobil*, *Occidental Petroleum*, *Shell plc*, *Anadarko Petroleum*, *Apache Corporation*, *XTO Energy* и *Amerada Hess* (так называемые «*supermajors*») [4].

Доказанные запасы нефти с 2000 по 2020 годам приведены в таблице 1, запасы газа – в таблице 2. По данным ОПЕК, в 2020 году США занимали 10 место в мире по запасам нефти. В первой тройке этого рейтинга оказались Венесуэла, Саудовская Аравия и Иран.

Таблица 1

Место страны в мире по общим доказанным запасам нефти [5]

Годы	Запасы в стране		Запасы в мире, млрд бар.	Доля в мире, %	Добыча нефти, млн т	Период потребления запасов, лет
	млрд. бар.	млрд т.				
2000	30,4	4,2	1300,9	2,34	–	–
2010	35	4,8	1636,9	2,14	333,1	14,43
2020	68,8	9,5	1732,4	3,97	712,7	13,26
Изменение 2020/2000	226,32	226,32	133,17	1,63	213,96	-1,17

Нефтяная промышленность является важнейшей отраслью энергетического хозяйства США. Запасы нефти страны сосредоточены в основном в юго-западных штатах. Резервы США являются самыми крупными в мире. Ежедневно в них дополнительно направляется 70 тыс. баррелей нефти.

Таблица 2

Место страны в мире по общим доказанным запасам газа [5]

Годы	Запасы в стране, трлн м ³	Запасы в мире, трлн м ³	Доля в мире, %	Добыча газа, млн м ³	Период потребления запасов, лет
2000	4,8	138	3,48	–	–
2010	8,3	179,9	4,61	575,2	14,43
2020	12,6	188,1	6,70	914,6	13,78
Изменение 2020/2000	262,50	136,30	3,22	159,01	-0,65

По данным ОПЕК, в 2020 году США занимали 5 место в мире по запасам газа. В первой тройке этого рейтинга оказались Россия, Иран и Катар. Крупнейшими месторождениями природного газа, принадлежащими США, являются следующие: Хейнсвилль, Марселлус, Пойнт-Томсон.

Основой государственного регулирования нефтяного бизнеса в США является государственный надзор Министерства энергетики за деятельностью крупнейших нефтегазовых компаний посредством обработки и анализа сложного комплекса данных. В обязанности Министерства энергетики США в лице Департамента информации входит регистрация всех ведущих энергетических компаний страны, регулярное получение от них информации о структуре их финансовых балансов и представление составленных на базе этих данных сводных ежегодных аналитических отчетов в администрацию президента и в Конгресс.

Полученные данные дают возможность оценивать точные финансовые параметры каждого вида энергетического производства в США, оперативно контролировать доходы, прибыль, потоки денежных средств и текущие инвестиции, анализировать сравнительную конкурентоспособность отдельных секторов ТЭК, группировать финансовые и операционные данные корпораций по видам энергоносителей и географическим зонам их функционирования.

Главным инструментом государственного регулирования нефтяного бизнеса в США является гибкая налоговая политика. Налоговая нагрузка существенно меняется в зависимости от многих факторов – условий добычи, местного законодательства и т. п.

Особенность американского недропользования состоит в том, что собственник участка земли является и собственником полезных ископаемых, которые находятся в его недрах. Собственник участка платит налог на собственность, исходя из стоимости участка с учетом стоимости запасов полезных ископаемых. Этот налог стимулирует более полное изъятие топлива из недр вместо экстенсивного расширения территорий, на которых ведется нефтедобыча [6].

Однако в США значительная часть нефтегазовых ресурсов залегает на суше в пределах земель, находящихся или в собственности федерального правительства, или в собственности индейских племен, а также на шельфе. Одна треть объемов природного газа и более одной пятой объемов нефти, добываемой в США, извлекается с таких территорий [6]. Процессами освоения этих минеральных ресурсов руководит Служба управления полезными ископаемыми. Эта организация предоставляет права на разведку и разработку нефтегазовых ресурсов в пределах данных участков частным компаниям; в свою очередь, нефтегазовые компании платят федеральному правительству за аренду, а также роялти с добываемых на этих участках нефти и газа.

Для континентальных месторождений роялти составляет $1/8$, а для шельфа – $1/6$ добытых углеводородов [6]. Эти доходы составляют одну из крупнейших частей налоговых поступлений бюджета федерального правительства.

Налоговый сектор США не обходится без государственного субсидирования. Можно выделить четыре основные формы федеральных энергетических субсидий: прямые целевые государственные выплаты производителям или потребителям энергетических ресурсов непосредственно из федерального бюджета; энергетические налоговые льготы, позволяющие снизить объем текущих налоговых отчислений юридических и физических лиц; энергетические акцизные сборы в целевые траст-фонды для обеспечения выполнения дополнительных работ в энергетическом секторе, в основном связанных с охраной окружающей среды и обеспечением производственной безопасности; финансирование энергетических научных исследований и опытно-конструкторских разработок [6].

Полученные доходы от продажи нефти и газа вкладываются американскими компаниями в образование резервных фондов, выплату дивидендов и выкуп акций, а также в создание инфраструктуры для использования возобновляемых источников энергии.

Преимущество американского нефтяного сектора по сравнению со многими другими странами заключается в том, что нефтяники в США

вкладывают очень много средств в новые технологии и внедряют инновационные разработки в производство. Благодаря этому часто удается сократить расходы на производство. В частности, компании продолжают совершенствовать гидроразрыв пласта и другие технологии. Так удается выкачивать больше нефти из месторождений в разных регионах страны. К тому же, частные инвестиционные компании вкладывают немалые деньги в предприятия, занимающиеся добычей сланцевой нефти. Также разработан целый ряд инструментов, который позволяет эффективно фиксировать цены на «черное золото» и страхует от убытков. Речь идет, например, о хеджах и свопах.

Из недостатков нефтяной отрасли стоит отметить, во-первых, качество американской нефти – оно ниже некоторых брендов ближневосточных и российских компаний; во-вторых, политические факторы – неоднократное введение санкций против крупных мировых игроков негативно повлияло на отрасль страны.

Правительство США стремится минимизировать зависимость страны от импортной нефти, снимая для этого все ограничения на разработку сланцевой нефти и поддерживая ее производителей. Но при этом запасы американской сланцевой нефти по большей части недоразведаны и пока незначительны. Несмотря на недавно открытые новые технологии, сохраняется высокий уровень расходов на добычу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический обзор мировой энергетики BP Statistical Review of World Energy 2022| 71st edition. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 10.03.2023).

2. Нефть и нефтепродукты США // United Traders Magazine – аналитический портал для трейдеров. [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

<https://utmagazine.ru/posts/8961-neft-i-nefteprodukty-ssha> (дата обращения: 12.03.2023).

3. Казначеев, П., Базалева, Р. Аналитический доклад Центра сырьевой экономики РАНХиГС «Сравнение роли частных и государственных нефтяных компаний в разработке месторождений на шельфе Арктики». – 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cre.ranepa.ru/wp-content/uploads/2015/04/policy-paper-arctic-2.pdf> (дата обращения: 12.03.2023).

4. Крупнейшие нефтегазовые компании США // Холдинги.рф – крупнейшие компании России и мира. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://холдинги.рф/select/usa-oil-gas-companies/> (дата обращения: 14.03.2023).

5. Статистический бюллетень ОПЕК, 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.opec.org/opec_web/en/publications/6326.htm (дата обращения: 20.12.2022).

6. Опыт распределения природной ренты между государством и компаниями нефтяной промышленности // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-raspredeleniya-prirodnoy-renty-mezhdu-gosudarstvom-i-kompaniyami-neftyanoy-promyshlennosti-1/viewer> (дата обращения: 14.03.2023).

D. E. Rogova, A. V. Rummyantseva,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

FEATURES OF THE OIL AND GAS POLICY OF THE UNITED STATES OF AMERICA

Е. К. Самойлов,
Научный руководитель: Е. Р. Магарил,
Уральский Федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ РЕНОВАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНДУСТРИАЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ МЕТОДОМ LCA

The article discusses the environmental aspects of renovating industrial heritage sites. To assess the environmental aspects, a life cycle assessment method based on building information modeling technology is proposed. The main problems of BIM technologies when modeling industrial heritage sites have been identified.

Идея реновации объектов индустриального наследия (далее – ОИН) имеет большое значение с точки зрения сохранения культурного наследия, исторической памяти и уникальности архитектуры. Под реновацией ОИН подразумевается процесс обновления и адаптации индустриальных сооружений, а также зданий, связанных с ними, с сохранением структуры объекта. Адаптированные промышленные объекты могут стать центрами развития новых индустриальных технологий, научных исследований, экономического роста, а также основой для создания культурных и туристических маршрутов. Реновация одного ОИН может поспособствовать развитию экономики маленького поселения или целого региона и повысить качество жизни его жителей [1].

Реновация ОИН имеет важное значение с точки зрения сохранения культурного наследия и стимулирования экономического развития. При этом, важной целью реновации ОИН является увеличение экологической устойчивости окружающей среды, в связи с чем этот процесс должен основываться на соблюдении ряда принципов.

1. *Компетентная предварительная оценка экологического состояния объекта и его окружения при планировании реновации.* Важно учитывать, что зачастую промышленные объекты содержат опасные вещества, содержащиеся на территории Объекта, в материалах конструкций сооружений или в почве земельного участка, на котором расположен объект. Для планирования дальнейших работ по реновации необходимо провести предварительную

экологическую оценку ОИН и правильно подобрать мероприятия по устранению загрязнений, пагубно воздействующих на окружающую среду.

2. Применение ресурсосберегающих технологий при разработке проекта реновации объекта. При реновации ОИН следует принимать во внимание на следующие параметры:

- тепло- и энергоэффективность зданий;
- расход ресурсов при эксплуатации объекта;
- доступ к естественным источникам освещения.

Применение технологий устойчивого строительства позволит сократить затраты на эксплуатацию ОИН и снизить пагубное воздействие деятельности человека на окружающую среду.

3. Использование экологически чистых не вредоносных строительных материалов. Использование экологичных материалов позволит сократить негативный эффект воздействия на окружающую среду как во время реновации и эксплуатации объекта, так и после его утилизации.

4. Восстановление или сохранение окружающей экосистемы. Следование принципам экологического дизайна при реновации ОИН позволит предотвратить последствия прошлой деятельности промышленного объекта на окружающую среду, снизить текущий негативный эффект воздействия, а также сохранить или восстановить биоразнообразие экосистемы.

Важным этапом проработки проекта адаптации ОИН является оценка экологических аспектов реновации, которая позволяет:

- учесть воздействие реализации проекта на окружающую среду;
- определить возможные риски и принять меры для их предотвращения или уменьшения;
- оценить предотвращённый потенциальный и накопленный экологический ущерб;
- оценить эффективность предпринятых мер по увеличению экологической устойчивости.

Наиболее перспективным и универсальным методом оценки экологических аспектов реновации ОИИ является оценка жизненного цикла (*Life Cycle Assessment, LCA*) зданий. Данный метод позволяет всесторонне оценивать влияние ОИИ на окружающую среду на всех этапах его жизненного цикла: проектирование, строительство, эксплуатация, ликвидация или реконструкция [2]. При оценке жизненного цикла зданий рассматриваются следующие аспекты:

1. Воздействие на окружающую среду и здоровье людей (через выбросы, сбросы и размещение вредных веществ, образующихся на всех этапах жизненного цикла).

2. Эффективность использования материальных ресурсов.

3. Энергетическая эффективность здания на всех этапах жизненного цикла.

Наиболее популярными инструментами *LCA* в индустрии строительства на сегодняшний день являются программные обеспечения, основанные на технологии информационного моделирования строительных объектов (*Building information modeling, BIM*). *BIM*-модель это объектно-ориентированная модель, зачастую трехмерная, которая включает в себя заложенные исходные данные об объекте: конструктивные и архитектурные решения, технические системы, информацию о строительных материалах, внутреннюю и окружающую инфраструктуру, энергопотребление, отходообразование и другие аспекты проектирования, строительства, эксплуатации, реконструкции и ликвидации объекта [3]. *BIM* дает возможность проводить анализ жизненного цикла объекта, используя данные о материалах и технологиях, применяемых в его строительстве. На основании результатов анализа можно:

- на этапе проектирования внести изменения в проект строительства с целью достижения необходимых показателей (например, энергоэффективности объекта) [4];

- создать различные сценарии эксплуатации объекта, выбрав наиболее оптимальный;

- спрогнозировать износ элементов конструкции объекта и запланировать мероприятия по ремонту и пр.

Наиболее популярным с точки зрения простоты в освоении примером программного обеспечения, работающего на принципах *BIM*, является *One Click LCA* [5]. Это онлайн-инструмент, используемый для оценки жизненного цикла зданий, производственных процессов и конструкций. Этот инструмент позволяет оценить воздействие здания на окружающую среду во время всего цикла жизни объекта, начиная с добычи материалов, используемых при строительстве и эксплуатации объекта, и заканчивая утилизацией.

С помощью *One Click LCA* можно провести расчеты по следующим показателям:

- углеродный след – расчет выбросов углекислого газа в атмосферу;
- энергоэффективность – расчет потребления энергии на освещение, отопление, кондиционирование и пр.;
- водопотребление и водоотведение – расчет использования воды за весь жизненный цикл здания;
- отходообразование – расчет количества образуемых отходов.

One Click LCA также представляет собой централизованную базу данных, содержащую информацию о материалах, используемых при строительстве зданий. Данная информация позволяет производить оценку экологических аспектов воздействия объектов на окружающую среду, используя уже готовые данные по каждому материалу и избегая необходимости проведения дополнительных исследований. Также, *One Click LCA* является инструментом для получения сертификации зданий в соответствии с требованиями мировых стандартов *BREEAM*, *LEED*, *DGNB* и др. [6].

При всей перспективности использования методики оценки жизненного цикла объекта, основанной на *BIM* моделировании, при анализе экологических аспектов реновации ОИИ, существует ряд проблем, связанных как со спецификой самих ОИИ, так и с существующим уровнем развития *BIM* технологий в мире и России. Выявленные проблемы перечислены в таблице.

Проблемы BIM технологий при моделировании ОИН

№	Проблемы	Описание
1	Возможное отсутствие готовых библиотек строительных материалов 18–20 веков	В современных библиотеках может отсутствовать информация о строительных материалах, используемых при возведении объектов 300-летней давности, что удорожит процесс построения BIM-модели ОИН ввиду необходимости проведения исследований.
2	Возможное отсутствие готовых моделей конструкций для моделирования	Технологии строительства используемые в период индустриализации страны устарели и могут отсутствовать в каталогах стандартных моделей конструкций, что замедлит процесс создания BIM-моделей ОИН.
3	Отсутствие доступных и универсальных методик расчёта прочности элементов конструкций, подвергнутых специфичному износу	Эксплуатация индустриальных объектов подразумевает специфичный износ элементов конструкций, зависящий от конкретных условий производственных процессов, узнать подробности о котором зачастую не возможно. Для анализа состояния данных конструкций потребуется проведение дополнительных исследований, что замедлит процесс создания BIM-моделей ОИН и увеличит его стоимость.
4	Отсутствие универсального программного обеспечения (ПО) или универсального формата построения модели	Разное ПО создано под конкретные цели и имеет свои преимущества. Для полноценного анализа жизненного цикла ОИН и построения полноценной BIM-модели потребуется использование разного ПО, что увеличит стоимость создания BIM-моделей ОИН.
5	Несоответствие российским стандартам оформления документации	Подавляющее большинство ПО обеспечивающее построение BIM-моделей американского или европейского происхождения, ввиду чего в программах могут отсутствовать шаблоны оформления проектной документации объектов строительства, что замедлит процесс оформления проектной документации.
6	Отсутствует полноценный опыт моделирования зданий с истекшим сроком эксплуатации	Применение BIM моделирования зданий с истекшим сроком эксплуатации не распространено ввиду непопулярности идеи сохранения и реконструкции старых объектов, а также высоких затрат на создание самих моделей в контексте утилизации зданий.
7	Отсутствует прямая оценка биоразнообразия и влияние на здоровье и комфортность проживания людей	Оценка биоразнообразия и влияние на здоровье и комфортность проживания людей субъективны и подразумевают анализ большого количества данных при рассмотрении каждого объекта в отдельности. На сегодняшний день не существует полноценного ПО основанного на BIM моделировании, позволяющего производить объективную оценку биоразнообразия окружающей среды и комфорта проживания людей.
8	Отсутствие доступа к европейскому и американскому ПО и конкурентоспособных отечественных аналогов.	На сегодняшний день в России отсутствует возможность оплаты доступа к ПО, созданному в странах Запада, в связи с чем, активно создаются отечественные аналоги.

Источник: составлена автором на основании [4, 7].

Оценка экологических аспектов реновации объектов индустриального наследия является важным этапом процесса адаптации промышленных объектов к новым функциям. На сегодняшний день не существует методик, позволяющих в полном объеме оценить экологическую составляющую проектов реновации. Наиболее перспективной основой создания такой методики является метод оценки жизненного цикла объекта, основанный на *BIM* моделировании. Существующие проблемы *BIM* технологий носят временный характер: стремительное развитие нейросетей и технологий обработки больших данных позволяют анализировать материалы и конструкции без больших трудозатрат и моделировать окружающую среду объектов, а отсутствие доступа в России к технологиям будет преодолено через частичное импортозамещение, переориентацию на программное обеспечение стран Азии или развитие цифрового пиратства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцева, А. В., Самойлов, Е. К., Березюк, М. В., Пластинина, Ю. В. Реновация объектов индустриального наследия: эколого-экономические аспекты // Экономика, предпринимательство и право. – Том 13. – № 6. – 2023.

2. Хроменок, Н. В., Слесарев, М. Ю. Обоснование эффективности исследований экологической безопасности зданий на основе метода LCA // В сборнике: Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований. Материалы XXVIII международной научно-практической конференции. Morrisville, 2022. – С. 120–129.

3. Бум BIM: как изменилось строительство / Публикация пользователя Barseadar. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/companies/servermall/articles/686938/> (дата обращения: 16.04.2023).

4. Букунов, А. С., Нурулин, Ю. Р. Экологическая оценка жизненного цикла здания на основе BIM // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 5 (65). – С. 13.

5. Building Life Cycle Assessment software – One Click LCA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.oneclicklca.com (дата обращения: 13.04.2023).

6. 2021: Integration with One Click LCA Life Cycle Assessment. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://tadviser.com/index.php/Product:Tekla_Building_Information_Modeling_\(BIM\)](https://tadviser.com/index.php/Product:Tekla_Building_Information_Modeling_(BIM)) (дата обращения: 13.04.2023).

7. Сунцов, А. С. Анализ зрелости BIM-решений как инструмента обеспечения жизненного цикла здания / А. С. Сунцов, О. Л. Симченко, Ю. А. Толкачев, Е. Л. Чазов, Д. Р. Самигуллина // Construction and Geotechnics. – 2020. – Т. 11. – № 3. – С. 41–53.

E. K. Samoilov,
Supervisor: E. R. Magaril,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

APPLICATION OF BIM TECHNOLOGIES IN ASSESSING THE ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE RENOVATION OF INDUSTRIAL HERITAGE SITES BY THE LCA METHOD

А. Е. Семерикова, А. В. Румянцева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА: ЭВОЛЮЦИЯ ПАРАДИГМ

Four fundamental paradigms of environmental management in development, of human-nature relationships, are described. From the primordial dichotomy of frontier economics and ecology, the concept of sustainable development, environmental protection are evolving, in a progression which involves increasing integration of economic, ecological, and social systems into the definition of development and the organization of human societies.

Сокращение негативного воздействия на окружающую среду является одной из глобальных проблем человечества. Экспоненциальный экономический рост значительно осложняет внедрение концепции устойчивого развития и минимизацию антропогенного воздействия на природу.

Поэтому в современных условиях важно построение системы экологического менеджмента как сбалансированного механизма, решающего экономические и экологические задачи.

Экологический менеджмент – инициативная и результативная деятельность экономических субъектов, направленная на достижение их собственных экологических целей, проектов и программ, разработанных на основе принципов эффективности экологической деятельности субъекта [1].

Зарождение экологического менеджмента произошло в 60-е годы XX века, в период, когда человечество впервые обратило внимание на экологические проблемы. Выделяют четыре основных парадигмы развития экологического менеджмента [2].

1. Этап «пассивного» экоменеджмента (60-е – начало 80-х годов XX в.) – период накопления научных знаний об экологии. В это время появились первые международные неправительственные организации, такие как «Римский клуб», которые изучали глобальные процессы развития общества и их влияние на природную среду.

Было признано несовершенство классической экономической теории, не учитывающей два принципиально важных положения: исчерпаемость природных ресурсов и ограниченная способность природы к восстановлению.

В 1982 году Генеральной Ассамблеей ООН была принята Всемирная хартия природы, по которой было установлено, что деятельность, оказывающая негативное воздействие на окружающую среду, должна контролироваться, а также использовать технологии, уменьшающее это воздействие.

Таким образом, это положило начало развитию экологического права и усилению государственного контроля за предприятиями. Сами предприятия должны были приспосабливаться к изменениям и применять технологические инновации (например, технологии по очистке «на конце трубы» (*End-of-pipe technologies*) [3]).

Государства внедряли производственный экологический мониторинг, а на предприятиях начали проводить внутренние проверки – появился внутренний экологический аудит. Вскоре практику эоаудита стали применять кредитные учреждения и страховые организации для оценки приемлемости экологических рисков финансовых проектов. В целом, природоохранные мероприятия воспринимались бизнесом как дополнительное бремя, увеличивающее издержки, из-за этого экологический менеджмент того периода можно охарактеризовать как пассивный или реактивный.

2. Формирование «активного» экологического менеджмента (середина – конец 80-х гг. XX в.) – становление концепции устойчивого развития.

В 1987 году вышел доклад Комиссии Брундтланд «Наше общее будущее» (*Our common future*), где впервые поднималась проблема распределения природных ресурсов не только между ныне живущими людьми, но и между будущими поколениями, было дано толкование понятия «устойчивое развитие».

В это время продолжают развиваться природоохранные технологии и появляются методические подходы к решению экологических проблем (экологическая оценка жизненного цикла, система экологической маркировки). Зарождается и развивается экологический маркетинг. Таким образом

экологический фактор учитывался в системе стратегических целей предприятия, появился интегрированный подход к охране окружающей среды.

3. «Проактивный» экоменеджмент (начало 90-х года XX в. – 2002 год) – признание концепции устойчивого развития высшим приоритетом развития, появления международных добровольных корпоративных соглашений и стандартов в области охраны окружающей среды.

Из-за усиления проблемы распределения ресурсов между поколениями в 1992 году на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро была разработана «Повестка дня на XXI век», целью которой является достижение устойчивого развития [4].

В это время экологические требования и ожидания общества усиливались, как и возможности влиять на поведение предприятий.

Совершенствовалось экологическое законодательство, системы экомаркировки, экосертификации. Распространялись открытая экологическая отчетность и отчетность по устойчивому развитию. Развивались рыночные механизмы экологического регулирования (экологическое страхование, экологическое налогообложение, торговля квотами на загрязнение среды и др.). Основной подход экоменеджмента – это приспособление, или модификация систем менеджмента к возросшим экологическим требованиям.

Наибольший прорыв в данном направлении достигнут благодаря появлению в 90-х годы XX в. сначала британского стандарта *BS 7750*, затем европейского стандарта *EMAS* и чуть позже международного стандарта *ISO 14001*, давших предприятиям Евросоюза и всего мира руководство к внедрению систем экологического менеджмента (СЭМ).

4. Современный этап (2002 год – наст. время) – развитие новой экономической модели – модели зеленой экономики.

Рассматриваемый период характеризуется глобализацией мировой экономики, технологическими прорывами в области экологически чистого производства и производства энергии, дальнейшим ростом экологических требований кредиторов, экологизацией потребительского спроса.

Стандарт *ISO 14001* был дважды пересмотрен. Первый пересмотр в 2004 году осуществлен с целью повышения совместимости *ISO 14001* и *ISO 9001*. Второй пересмотр в 2015 году улучшил совместимость и возможности интеграции СЭМ с другими системами менеджмента, например, на применение риск-ориентированного менеджмента [5].

Основное направление развития СЭМ – расширенный учет косвенных экологических аспектов, как правило, связанных с другими стадиями жизненного цикла продукции, используемой и производимой предприятием, с вопросами упаковки, дизайна, транспортировки продукции.

Таким образом, возникновение экологического менеджмента во второй половине XX века обусловлено объективными потребностями, возникшими в результате необратимого изменения окружающей среды человеком. Из первоначального противостояния фронтальной экономики и экологии развиваются концепции устойчивого развития, охраны окружающей среды, которые включает в себя интеграцию экономических, экологических и социальных систем в определение развития и организацию человеческого общества. Наибольшее распространение в мире получил стандарт экоманеджмента *ISO 14001*, который может внедряться на любом предприятии, учитывая его индивидуальные характеристики. Система экологического менеджмента по *ISO 14001* позволяет структурировать процессы организации и служит основой для формирования конкурентоспособного, устойчивого, ответственного бизнеса, удовлетворяющего потребности и ожидания общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Понятие экологического управления и менеджмента // Vinser. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://vinser.ru/info/ponyatie-ekologicheskogo-upravleniya-i-menedzhmenta> // (дата обращения: 18.03.2023).

2. Притужалова, О. А. Экологический менеджмент и аудит : учебное пособие для вузов / О. А. Притужалова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 304 с.

3. Федоськина, Л. А. Экологический менеджмент: этапы становления // Вестник МГУ. – 2009. – №3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskiy-menedzhment-etapy- stanovleniya> (дата обращения: 19.03.2023).

4. Коптюг, В. А. Повестка дня на XXI век. Концепция устойчивого развития и социально-политические движения // Наука из первых рук. – 2011. – №2 (38). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/povestka-dnya-na-hhi-vek-kontseptsiya-ustoychivogo-razvitiya-i-sotsialno-politicheskie-dvizheniya> (дата обращения: 19.03.2023).

5. Панасенко, Е. П. ISO 14001 Как ведущий стандарт экологического менеджмента // StudNet. – 2021. – №5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/iso-14001-kak-veduschiy-standart-ekologicheskogo-menedzhmenta> (дата обращения: 19.03.2023).

A. E. Semerikova, A. V. Rummyantseva,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: THE EVOLUTION OF PARADIGMS

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЯ КАНАДЫ

Canada is one of the most developed countries in the world. The country is rich in natural resources. The environmental issues of the country play an important role for both the population and the government.

Канада – государство в Северной Америке, занимает второе место в мире по площади территории после России. Страна обладает большим количеством природных ресурсов: полезные ископаемые, лесные ресурсы, водные ресурсы и др. естественные богатства. Канада – страна с двумя официальными языками – французским и английским, ее столица – город Оттава [1].

По доказанным запасам нефти Канада занимает третье место в мире, а природного газа – семнадцатое место. Основным сектором топливно-энергетического комплекса страны является нефтегазовая промышленность Канады. Нефтегазовый комплекс играет значительную роль в экономике страны, как для удовлетворения внутреннего спроса на углеводороды, так и для получения доходов по экспортным поставкам [1, 2, 3]. На рисунке представлена структура потребления энергетических ресурсов Канады за 10 лет.

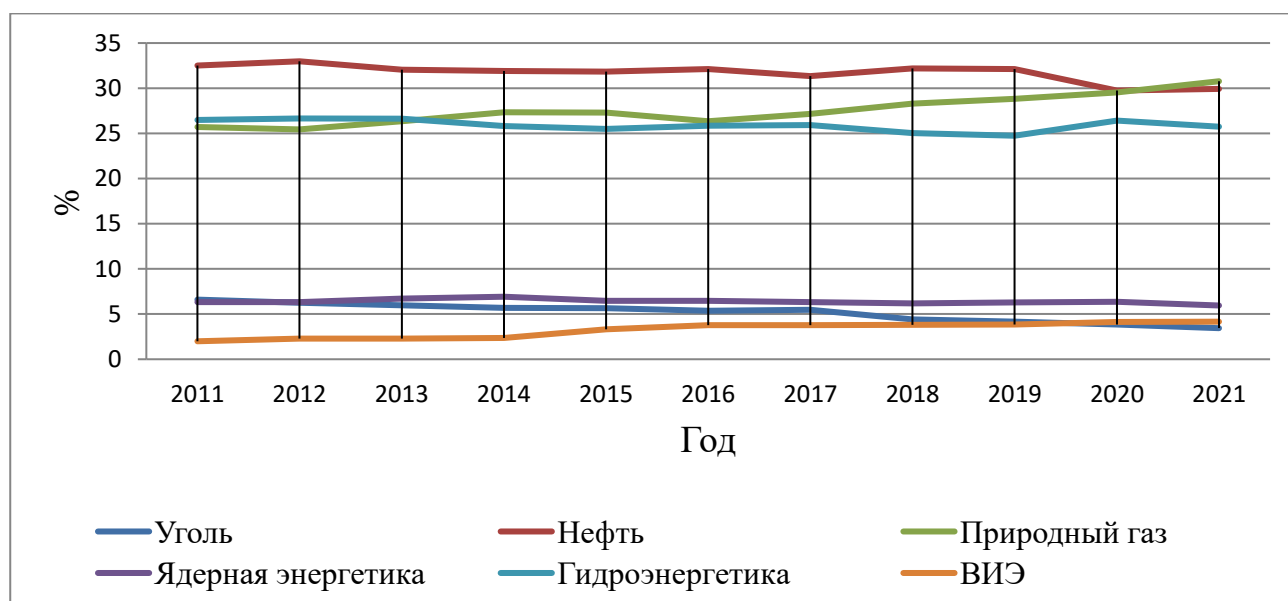


Рис. Структура потребления энергетических ресурсов Канады
(составлено авторами по [2, 3, 4])

Из рисунка видно, что за 10 лет наиболее потребляемыми ресурсами были и остаются нефть, природный газ и гидроэнергия, меньше используются – уголь, ядерная энергия. Возобновляемые источники энергии незначительно увеличивают свой рост, это связано с климатическими условиями страны. Динамика потребления за 10 лет следующая: потребление угля снизилось на 3,2 %, нефти на 2,6 %, ядерной энергии на 0,36 %, гидроэнергии на 0,72 %. Увеличилось потребление газа на 5,1 % и ВИЭ на 2,2 %. Увеличение доли потребления возобновляемых источников энергии говорит о том, что население страны и государственная политика, ориентированы на сохранение качества окружающей среды и снижение загрязнения природной среды.

Снижение потребления нефти и увеличение потребления газа связаны с активной климатической политикой страны, которая направлена на снижение выбросов парниковых газов [3].

Разнообразное тектоническое строение и большая территория обеспечили богатство минеральных ресурсов. Страна имеет на своей территории благородные металлы, железную руду, углеводороды, каменный уголь, асбест, калийные соли, никель, алюминий, свинец, уран и др. В общем в стране добывается 26 видов различных металлов и 24 вида неметаллического минерального сырья [1, 2, 3].

Около 45 % территории Канады занято лесами, по запасам древесины страна занимает 3-е место. Большие запасы древесины явились основой развития лесной и целлюлозно-бумажной промышленности. На территории страны сосредоточено более 20 млрд м³ древесины. Страна является самым крупным производителем газетной бумаги в мире. *Canadien Forest Service* регулирует вырубку лесов, чтобы сохранить этот ресурс для будущих поколений [2, 3, 5].

В стране особое место принадлежит водным ресурсам, по запасам она находится на 3-м месте. Благодаря особому рельефу Канада получила возможность построить большое количество гидроэлектростанций, это делает ее энергетически независимой. Именно гидроэлектростанции обеспечивают страну

большей частью энергии. Для сохранения рыбных ресурсов государство контролирует данный промысел [1, 5].

Сегодня Канада одна из самых развитых стран мира. В мировом рейтинге страна по ВВП на 2021 год занимает 9-е место, а также относится к странам по устойчивости финансовой системы, уровню дохода на душу населения, условиям проживания и ведения бизнеса [1].

Важнейшей отраслью хозяйства, дающей более половины стоимости товарной продукции, является обрабатывающая промышленность. Помимо этого, развивается машиностроение, электротехника, цветная металлургия, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность.

Природа Канады очень красива и разнообразна. Ею восхищаются не только местные жители, но и туристы. Северная часть страны богата реками и озерами. В некоторых мелких озерах вода очень чистая и видно несколько метров в глубину. Чем дальше к югу страны, тем больше негативного воздействия от деятельности человека на окружающую среду. Большая часть загрязнения сосредоточена на южной и юго-восточной части страны. Это связано с тем, что на этой территории находится основная часть крупных городов. В большей степени негативное воздействие происходит от промышленных предприятий.

Основные экологические проблемы Канады – это загрязнение воздуха, воды и земли [6]. Большой проблемой для страны являются кислотные дожди, которые образуются за счет выбросов в атмосферный воздух химикатов, от предприятий. Около 45 % облаков, насыщенных вредными испарениями производства, поступают из Соединенных Штатов. Кислотные дожди наносят большой вред растениям, почве и водным объектам. Так же выбросы образуются от автомобилей, которые не соответствуют экологическим стандартам страны. Правительство страны активно продвигают «гибридизацию» автомобильной промышленности, но у населения такие машины не пользуются популярностью, так как они не выдерживают суровой зимы [7].

Канада давно практикует отдельный сбор мусора. В конкретный день мусоровозы забирают определенный тип мусора. За несоблюдение правил

сортировки накладываются штрафные санкции. В супермаркетах установлены автоматы, они принимают бутылки, коробки и другие виды упаковки, стоимость возвращается наличными или ваучером. Шины и аккумуляторы принимают заводы производители, где происходит утилизация безопасная для экологии.

Отходы, которые не перерабатываются, утилизируются на мусоросжигательных заводах, полученная при этом энергия снижает нагрузку на теплоэлектростанции [7].

В крупных городах население заботится о зеленых насаждениях. Это достигается путем создания парковых зон, в высотных зданиях, расположенных в центральных районах, на первых этажах размещают зимние сады и оранжереи. Таким образом, работающим и живущим мегаполисов компенсируют недостаток зелени [7]. Экологическая политика в стране базируется на интересах общества. Правительство Канады делает все возможное для снижения загрязнения окружающей среды и сохранения природы. Страна стремится к поддержанию бренда экологического государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oil and gas regulation. Canada // ICLG. [Электронный ресурс – Режим доступа : <https://iclg.com/practice-areas/oil-and-gas-laws-and-regulations/canada> (дата обращения: 12.03.2023).

2. Full report – Statistical Review of World Energy 2021 // British Petroleum. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review2021-full-report.pdf> (дата обращения: 12.03.2023).

3. Full report – Statistical Review of World Energy 2022 // British Petroleum. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 15.03.2023).

4. Энергетические ресурсы Канады. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://neftegaz.ru/analysis/energy_policy/330589-energeticheskie-resursy-kanady/ (дата обращения: 15.03.2023).

5. Экономика Канады. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://canadaru.ca/archives/750> (дата обращения: 25.03.2023).

6. Экологические проблемы Канады. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecologyproblems.ru/281-ekologicheskie-probl> (дата обращения: 25.03.2023).

7. Экологические проблемы Канады. [Электронный ресурс]. // Информационный портал. – URL: <https://musorniy.ru/ekologicheskie-problemy-kanady> (дата обращения: 25.03.2023).

V. D. Fedchenko, N. V. Dukmasova, L. M. Teslyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

NATURAL RESOURCES AND ECOLOGY OF CANADA

Ж. Ю. Хаустова, А. В. Румянцева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК АСПЕКТ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

The article discusses the development of innovation activity in Russia. The necessity of implementation of ecological innovations is substantiated. The classification of ecological innovations is given. The authors show the need for further development of innovative activities to solve environmental problems.

Для обеспечения экономической стабильности в рыночной среде, характеризующейся финансовой устойчивостью, конкурентоспособностью продукции и технологии, эффективностью производства и реализации, крупные предприятия осуществляют разные виды инноваций.

Инновационная и технологическая деятельность является двигателем развития любой экономики. Динамика развития инновационной деятельности в России может быть оценена с помощью статистических показателей развития инноваций (табл. 1).

Таблица 1

Динамика основных показателей инновационной деятельности в России за
2010–2021 годы [1]

Год	Объем выпуска инновационной продукции, млн руб.	Затраты на инновационные разработки, млн руб.	В том числе		
			НИОКР	Приобретение основных фондов	Конструирование и проектирование
2010	987 844,1	307 186,9	43 231,0	181 036,8	22 051,5
2015	1 045 830,5	400 803,8	83 318,6	216 611,8	27 500,7
2018	1 154 876,3	453 876,9	93 564,9	320 003,9	23 400,1
2019	1 234 578,2	498 765,0	98 675,9	312 458,8	25 675,3
2020	1 398 765,9	654 876,9	102 453,0	340 675,1	27 543,8
2021	1 432 652,00	812 603,60	119 621,50	368 710,60	31 260,50

Наблюдается увеличение выпуска инновационной продукции на 145 % в 2021 году по сравнению с 2010 годом. Затраты на инновационные разработки увеличились в 2,64 раза. Также растут все составляющие затрат на выпуск инновационной продукции, особенно – на приобретение основных фондов.

Распространение инноваций в глобальном масштабе способствует решению не только экономических проблем, но прежде всего экологических, в частности более рационального использования природных ресурсов. Поэтому сегодня большое значение имеют комплексные и глобальные инновации различного типа и уровня, внедрение которых должно быть актуальным и динамичным. Экологические инновации – это технологические и социальные инновации в сфере охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов и формирования экологических ценностей у граждан в рамках совместного развития экономики и экологии [2].

Можно выделить два типа экологических инноваций. К экологическим инновациям первого типа относятся инновации, направленные на более эффективное и рациональное использование естественных производительных сил и природных ресурсов, создание «зеленых» технологий, использование альтернативных источников энергии, экономное использование пресной воды, повышение плодородия почвы, лесовосстановление, создание инновационных продуктов, которые можно использовать для вторичной обработки. Экологические инновации второго типа предполагают ужесточение мер по предотвращению загрязнения экосистем посредством ограничений, связанных с необходимостью сохранения среды обитания. Они отражаются в международных и национальных документах, ограничивающих содержание вредных веществ [2]. Таким образом, экологические инновации принимают форму новых продуктов и процессов, которые минимизируют использование природных ресурсов и сокращают выбросы вредных веществ. Основные инновации в области экологии связаны с технологическими разработками, методами переработки отходов и технологиями, снижающими загрязнение окружающей среды [3].

Специалисты Иркутского государственного технического университета представили типологию экологических инноваций (табл. 2).

Таблица 2

Типология экологических инноваций [4]

Наименование	Характеристика
Долгосрочные инновации	Окупаются не менее чем за 10 лет, финансируются в основном государством
Среднесрочные инновации	Срок окупаемости 3–10 лет, осуществляется крупными и средними предприятиями
Краткосрочные инновации	Реализуемые малым бизнесом, окупаются не дольше трех лет
Желательные инновации в экологии	Новые технологии обращения с отходами, при которых процесс переработки безвреден для природы и человека
Допустимые инновации	Переработка наносит небольшой вред экосистеме
Недопустимые инновации	Переработка сама по себе наносит вред природе и людям
Опережающие инновации	Позволяют уменьшить количество накапливаемых отходов
Сдерживающие инновации	Переработка немного отстает от притока новых отходов
Отстающие инновации	Небольшая часть поступающих отходов перерабатывается
Полные инновации	Не оставляют отходов, либо их можно использовать в другом производстве
Частичные инновации	Часть отходов не подлежит дальнейшей переработке
Консервирующие инновации	Позволяют законсервировать отходы, пока человечество не научится их перерабатывать
Утилизационные инновации	Если отходы нельзя переработать, то они будут безопасно утилизированы

За последние годы в стране значительно выросла доля предприятий, обеспечивающих повышение экологической безопасности за счет экологических инноваций (табл. 3).

Центральный федеральный округ лидирует по удельному весу организаций, осуществляющих экологические инновации, направленные на улучшение экологической ситуации. Уральский федеральный округ близок к уровню Российской Федерации.

Таблица 3

Удельный вес организаций, осуществлявших инновации, обеспечивающие повышение экологической безопасности (% от общего числа организаций, осуществлявших инновации, направленные на улучшение экологии) [5]

Субъект РФ	Сокращение энергопотребления (энергозатрат) или потерь энергетических ресурсов			Сокращение загрязнения атмосферного воздуха, земельных, водных ресурсов, уменьшение уровня шума			Улучшение возможностей вторичной переработки (рециркуляции) товаров после использования		
	2010	2015	2021	2010	2015	2021	2010	2015	2021
Российская Федерация	49,7	53,6	58,1	47,7	62,2	64,2	21,3	25,4	37,5
Центральный федеральный округ	52,7	55,9	58,7	52,2	62,4	67,0	26,1	22,0	42,2
Уральский федеральный округ	44,6	53,5	55,1	37,4	62,0	67,3	16,9	39,4	33,7

Примеры экологических инноваций в России и за рубежом представлены в таблице 4.

В России продолжает усиливаться тенденция к повышению требований общества к качеству жизни и экологической безопасности. Экологические инновации имеют особое значение, стоит уделять им больше внимания, заниматься вопросом их реализации на предприятиях. По мнению многих специалистов, Россия еще находится на начальном уровне внедрения и развития экологических инноваций [8].

Использование предприятиями инновационных, экологически безопасных и экономически обоснованных технологий способствует повышению экономичности и эффективности производства. Предприятия нуждаются в повышении уровня корпоративного управления и увеличении открытости материала, вектор развития «зеленой» экономики благоприятно скажется на социальных факторах, от которых зависит качество жизни населения и оценка его уровня.

Примеры экологических инноваций [2, 6, 7]

Экологическая инновация	Описание
Биоразлагаемая пищевая упаковка из ламинированного картона	Компания <i>OSQ</i> разработала первую в России биоразлагаемую пищевую упаковку из ламинированного картона. Разлагается в земле за 6 мес. Раньше фирменные продукты компании только на 70 % подвергались биологическому разложению в окружающей среде. Аналогов на российском рынке нет
Термореактивный материал	Производится из лигнина, древесных отходов. Органический полимер ничем не уступает обычному пластику по всем своим свойствам и абсолютно безвреден для окружающей среды
Фотоэлектричество на железнодорожных путях	Немецкие железные дороги и британская энергетическая компания <i>Bansket</i> тестируют использование фотоэлектрических систем на железнодорожных путях. Солнечные панели крепятся к шпалам между рельсами. В настоящее время они вырабатывают в среднем 0,1 МВт электроэнергии на километр. Учитывая протяженность железнодорожной сети в Германии, производство электроэнергии можно сравнить с работой пятью атомных электростанций
Тепловая карта	Ученые Сколтеха разработали алгоритм, который оценивает загрязнение окружающей среды на прилегающих территориях и дополняет значения этих показателей на неохваченных территориях. Данные отображаются на тепловой карте. Интерфейс прост – желтый цвет показывает самый высокий уровень загрязнения, а фиолетовый – самый низкий. За основу были взяты данные 1526 проб из 448 источников вокруг Новой Москвы. Каждый индикатор содержит 21 характеристику
Экогород Масдар	Автономный экогород Масдар в ОАЭ предназначен для развития разнообразных эко-технологий, не оказывающих негативного воздействия на окружающую среду. Идея города заключается в полностью возобновляемых источниках энергии, также планируется сделать город образцовым для других стран
Комплексная переработка автомобильных шин и производство инновационной продукции	Замкнутый цикл безотходного производства. С его помощью решаются основные задачи, такие как обращение с опасными отходами, сохранение природных ресурсов, производство продукции, востребованной на рынке и пригодной для использования в различных отраслях промышленности и потребления
Интеллектуальные энергосберегающие сети	Интеллектуальные сети для компенсации собственного потребления реактивной мощности и выработки дополнительной реактивной мощности для параллельных нагрузок
Энергосберегающий сетевой фильтр	Пассивное, аналоговое, стабильно работающее, энергосберегающее устройство с функциями ограничения потерь в электрических цепях, фильтрации, стабилизации и оптимизации эффектов энергопотребления

Экологически ориентированная, высокоэффективная система менеджмента в компании обеспечивает сбалансированное развитие компании и общества в целом. Приоритетной задачей России является создание организационно-экономической системы, стимулирующей экологические инновации, обеспечивающей формирование спроса на экологические инновации и повышение отдачи от инновационных вложений в сырье и окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики. – Наука, инновации и технологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru/statistics/science#> (дата обращения: 03.03.2023).

2. Митяков, С. Н., Митякова, О. И., Митяков, Е. С., Аленкова, И. В. Инновационное развитие регионов России: экологические инновации // Инновации. – 2018. – № 3(233). – С. 72–78.

3. Гурьева, М. Н. Роль и значение эко-инноваций в современных трендах глобализации мирового пространства» // Сборник материалов международного форума «Культура и экология – основы устойчивого развития России. От «зеленого» университета к зеленой экономике». – Екатеринбург, 2016. – С. 34–38.

4. Экологические инновации: потребность, законодательство, классификация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://viafuture.ru/katalog-idej/ekologicheskie-innovatsii#klassifikatsiya-ekologicheskikh-innovatsij-2-3-4> (дата обращения: 03.03.2023).

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2019 № 1228 «О принятии Парижского соглашения». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201909240028> (дата обращения: 03.03.2023).

6. Главные достижения ученых в 2021 году // «Экология России». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ecologyofrussia.ru/glavnye-dostizheniya-uchenykh-v-2021-godu/> (дата обращения: 03.03.2023).

7. Масдар-сити: мираж в пустыне или экогород будущего? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://energiavita.ru/2022/02/08/masdar-siti-mirazh-v-pustyne-ili-ehko-gorod-budushchego/> (дата обращения: 03.03.2023).

8. Косякова, И. В., Капмар, В. В. Экологические инновации на предприятиях как фактор достижения сбалансированного развития общества // *Фундаментальные исследования*. – 2017. – № 9 (часть 2). – С. 455–459.

Zh. Yu. Khaustova, A.V. Rummyantseva,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**INNOVATIVE ACTIVITY AS ASPECT OF SOLVING
ENVIRONMENTAL PROBLEMS**

К. В. Хацевский, Ж. В. Костерина,
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Protection of water bodies is one of the main components of environmental protection as a global life support system for mankind. This is a comprehensive measure aimed at preventing or eliminating the negative effects of human activity on a water body. The article discusses the issues of the organization of the protection of water bodies. The ways of monitoring the state of water bodies during water use are shown.

Задачами природоохранного законодательства РФ являются регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью сохранения природных богатств и естественной среды обитания человека, предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, оздоровления и улучшения качества окружающей природной среды, укрепления законности и правопорядка в интересах настоящего и будущих поколений людей.

Охрана окружающей среды регламентируется в следующих федеральных законах и актах:

- Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7–ФЗ (ред. от 31.12.2005 г.) «Об охране окружающей среды»;
- Федеральный закон от 04.05.1999 г. № 96–ФЗ (ред. от 31.12.2005 г.) «Об охране атмосферного воздуха»;
- Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89–ФЗ (ред. от 31.12.2005) «Об отходах производства и потребления»;
- Федеральный закон от 24.04.1995 г. № 174–ФЗ (ред. от 29.12.2004 г., с изм. от 31.12.2005 г.) «Об экологической экспертизе».

Законодательные акты об охране природной и окружающей человека среды включают международные или правительственные решения (конвенции, соглашения, пакты, законы, постановления), решения местных органов государственной власти, ведомственные инструкции и т. п., регулирующие

правовые взаимоотношения или устанавливающие ограничения в области охраны природной среды, окружающей человека. К ним относятся:

– Закон РСФСР от 19.12.1991 г. № 2060–1 (ред. от 10.01.2002 г.) «Об охране окружающей природной среды»;

– Водный кодекс РФ от 16.11.1995 г. № 167–ФЗ (с изм. от 30.12.2001 г.);

– Лесной кодекс РФ от 29.01.1997 г. № 22–ФЗ (с изм. от 30.12.2001 г.);

– Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 г. № 136–ФЗ;

– Кодекс внутреннего водного транспорта РФ от 07.03.2001 г. № 24–ФЗ;

– Закон РФ «Об охране окружающей среды» от 19.12.1999 г.;

– Закон РФ «О недрах» от 8.02.1995 г.;

– Закон РФ «Основы лесного законодательства» от 6.03.1993 г.;

– Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» от 14.07.1982 г.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (2002 г.) лежит в основе природоохранного законодательства РФ.

Задачами природоохранного законодательства Российской Федерации являются регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью сохранения природных богатств и естественной среды обитания человека, предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, с целью оздоровления и улучшения качества окружающей природной среды, укрепления законности и правопорядка в интересах настоящего и будущих поколений людей.

В Федеральном законе «Об охране окружающей природной среды» сформулированы определенные принципы природопользования [1]:

– принцип ответственности за экологические правонарушения;

– принцип обязательности оценки последствий воздействия на окружающую среду производственных технологий;

– принцип нормирования качества окружающей среды, то есть обязательность разработки нормативов по предельно допустимым концентрациям и предельно допустимым выбросам;

– принцип платности природопользования.

Законодательные акты об охране природной и окружающей человека среды включают международные или правительственные решения (конвенции, соглашения, пакты, законы, постановления), решения местных органов государственной власти, ведомственные инструкции и т.п., регулирующие правовые взаимоотношения или устанавливающие ограничения в области охраны природной среды, окружающей человека.

Перечень нормативно-правовых актов, которым руководствуется физическое и юридическое лицо в области охраны окружающей среды на судах внутреннего плавания:

- наставление по предотвращению загрязнения внутренних водных путей при эксплуатации судов» РД 152 – 011 – 00;
- СанПиН 2.5.2 – 703 – 98 «Суда внутреннего смешанного (река-море) плавания»;
- «Свидетельство о предотвращении загрязнения нефтью, сточными водами и мусором» Российского речного регистра, форма РР – 1.8 или РР – 1.9.

Наиболее ощутимо влияние объектов водного транспорта проявляется вследствие потерь материалов при перегрузочных операциях в портах отправления и прибытия, поскольку именно в это время происходит активное загрязнение акваторий, атмосферного воздуха и прилегающих к портам земель. Загрязняют территории и акватории портов при перегрузочных операциях нефть и нефтепродукты, жидкие химические вещества, твердые грузы и обломки тары, пыль от навалочных грузов, газообразные вещества, попадающие в атмосферный воздух при утечке газов и испарений жидкостей (например, газового конденсата) из-за недостаточной герметизации тары и перегрузочных трубопроводов.

Пыль, образующая при переработке навалочных грузов, оказывает истирающее воздействие на трущиеся поверхности машин механизмов. А при большой влажности пыль некоторых веществ может вызывать коррозию металла механизмов. Шум судовых энергетических установок, шум станков и другого промышленного оборудования на заводах, при проведении погрузо-разгрузочных работ в речных портах, шум городского транспорта стал не просто неприятным

явлением нашей жизни, он является причиной головных болей, бессонницы, нервных расстройств.

Кодекс Внутреннего водного транспорта Российской Федерации устанавливается, что обеспечение экологической безопасности при эксплуатации судов, предотвращение загрязнения с судов хозяйственно-бытовыми, сточными и нефтесодержащими водами, нефтью и другими вредными для здоровья людей и водных биологических ресурсов веществами являются обязанностью судовладельцев [2].

Требования обеспечения экологической безопасности при эксплуатации судов в отношении судовладельцев устанавливаются правилами предотвращения загрязнения с судов сточными и нефтесодержащими водами внутренних водных путей.

Указанные правила утверждаются федеральным органом исполнительной власти в области транспорта по согласованию с федеральными органами исполнительной власти, полномочиями которых является обеспечение экологической безопасности. Контроль за обеспечением экологической безопасности при эксплуатации судов осуществляется федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

Органами технического надзора и классификации судов Российской Федерации осуществляется технический надзор за обеспечением экологической безопасности при эксплуатации судов [3].

В составе управлений парокходств есть службы, лаборатории или группы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов. Эти подразделения планируют природоохранные мероприятия, организуют и контролируют их осуществление в портах, на судоремонтных предприятиях и судах.

Бассейновые управления на водном транспорте организуют работы [4]:

– по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, произошедших при перевозке или перегрузочных операциях;

– контролируют работу водоочистных сооружений, газоочистных и пылеулавливающих установок на судах и подведомственных предприятиях;

– осуществляют ведомственный контроль за соблюдением установленного порядка пользования недрами при добыче НСМ.

В каждой организации, эксплуатирующей водный объект, разрабатывается и утверждается план природоохранных мероприятий, график профилактической очистки акватории и водоохраной территории, план–расписание мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный Закон от 10.01.2002 № 7–ФЗ «Об охране окружающей среды».

2. Федеральный Закон от 03.06.2006 № 74–ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации».

3. Правила экологической безопасности судов внутреннего и смешанного плавания/ Российский Речной Регистр – М.: «Марин Инжиниринг Сервис», 1995. – 52 с.

4. Дегтярев, В. В. Охрана окружающей среды: учебник для вузов / В. В. Дегтярев, – М. Транспорт, 1989. – 212 с.

*K. V. Khatsevskiy, J. V. Kosterina,
Omsk State Technical University, Omsk, Russia*

ORGANIZATION OF CONTROL OVER ENVIRONMENTAL SAFETY DURING OPERATION OF WATER TRANSPORT FACILITIES

А. А. Цыганова¹, Е. Л. Ионас²,

¹Белорусский Государственный Технический университет, Минск, Беларусь

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» Горки, Беларусь

ОЦЕНКА ПРАВОВОГО РЕЖИМА ЗАКАЗНИКОВ В РБ

The complex analysis of the legal status of the reserves in the Republic of Belarus has been carried out.

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов являются неотъемлемым условием обеспечения устойчивого развития общества. Повестка дня на XXI век, принятая в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992 год), предусматривает меры по «сохранению и рациональному использованию ресурсов в целях развития». Особое значение имеет защита естественных экологических систем, биологического и ландшафтного разнообразия, которая достигается путем выделения специальных природоохранных территорий, имеющих определенный правовой режим. Законодательство Республики Беларусь предусматривает выделение: особо охраняемых природных территорий (ООПТ), биосферных резерватов, природных территорий, подлежащих специальной охране [1].

Понятие ООПТ закреплено в Законе Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях» 1994 года, в соответствии с которым они понимаются как часть территории Республики Беларусь с уникальными, эталонными или иными ценными природными комплексами и объектами, имеющими особое экологическое, научное и (или) эстетическое значение, в отношении которых установлен особый режим охраны и использования.

Анализируя данное определение, необходимо отметить, что под ООПТ прежде всего понимаются определенные участки земли, однако учитывая, что некоторые категории ООПТ создаются для сохранения в натуральном состоянии не отдельного компонента природной среды, а всего природного комплекса, находящегося на такой территории, не менее важны и особо охраняемые

акватории в составе водоемов. В качестве примера таковых можно привести гидрологические заказники, где охране подлежит не только суша, но и сами водные объекты.

В качестве самостоятельных категорий ООПТ закреплены заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы.

По административно-правовому статусу ООПТ могут быть республиканского и местного значения. Заповедники и национальные парки создаются только на республиканском уровне, а заказники и памятники природы – как на республиканском, так и на местном уровнях [1, 2].

РБ согласно закону «Об особо охраняемых природных территориях» заказником является ООПТ, объявленная в целях восстановления, сохранения и (или) воспроизводства природных комплексов и объектов, природных ресурсов одного или нескольких видов с ограничением использования других природных ресурсов. В зависимости от особенностей природных комплексов и объектов, подлежащих особой охране, заказники подразделяются на следующие виды:

- 1) ландшафтные или комплексные, предназначенные для сохранения и восстановления ценных природных ландшафтов и комплексов;
- 2) биологические, предназначенные для сохранения и восстановления редких, находящихся под угрозой исчезновения, а также ценных в экологическом, научном и хозяйственном отношении видов диких животных, дикорастущих растений или отдельных особо ценных растительных сообществ;
- 3) водно-болотные, предназначенные для сохранения водно-болотных угодий, имеющих особое значение главным образом в качестве мест обитания водоплавающих птиц, в том числе в период миграции;
- 4) гидрологические, предназначенные для сохранения и восстановления ценных водных объектов и связанных с ними экологических систем;
- 5) геологические, предназначенные для сохранения ценных объектов или комплексов неживой природы.

В границах заказника с учетом специфики расположенных на его территории особо охраняемых природных комплексов и объектов положением о заказнике устанавливается единый или территориально дифференцированный режим его охраны и использования с ограничением отдельных видов деятельности и природопользования.

Таким образом, различное целевое назначение заказников предопределяет особенности их правовых режимов (строгая охрана всего природного комплекса либо его частей; охрана одного или нескольких компонентов природной среды), и в связи с этим на территории различных видов заказников могут быть запрещены отдельные виды деятельности. К таковым могут быть отнесены: распашка земель, отдельные виды лесопользования, охота и рыболовство, выпас скота, сенокошение, сбор ягод, плодов и цветов, добыча полезных ископаемых; мелиоративные работы и др.

По административному статусу заказники могут быть республиканского и местного значения. Объявление заказника республиканского значения допускается как с изъятием, так и без изъятия земельных участков у землепользователей и осуществляются:

- по решению Президента Республики Беларусь в случае изъятия земельных участков у землепользователей для этих целей,
- по решению Совета Министров Республики Беларусь в случае, если изъятия земельных участков у землепользователей для этих целей не требуется.

Объявление, преобразование и прекращение функционирования заказника местного значения осуществляются без изъятия земельных участков у землепользователей по решению соответствующего местного исполнительного и распорядительного органа. Заказник местного значения, расположенный на территории нескольких административно-территориальных единиц, объявляется, преобразуется и прекращает функционирование на основании совместного решения соответствующих местных исполнительных и распорядительных органов.

Управление заказником (группой заказников) осуществляется государственным органом (иной государственной организацией), в управление которого передан заказник, либо государственным природоохранным учреждением.

1. Закон об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-XXI.

2. Боголюбов, С. А., Жариков, Ю. Г., Кичигин, Н. В. Экологическое право: учебник – М. Юрайт, 2015. – 258 с.

A. A. Tsyganova, E. L. Ionas,
Belarusian State Technical University, Minsk, Belarus
Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Belarus

**THE ASSESSMENT OF THE LEGAL REGIME OF RESERVES IN
THE REPUBLIC OF BELARUS**

А. А. Цыганова¹, Е. Л. Ионас²,

¹Белорусский государственный технический университет, Минск, Беларусь

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» Горки, Беларусь

ПРАВОВАЯ ОХРАНА РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ ИЗЧЕЗНОВЕНИЯ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ В РБ

The article analyses main legal aspects of protection of rare and endangered species of plants and animals in the territory of the Republic of Belarus.

Особой охране со стороны государства подлежат редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Согласно ст. 64 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» к редким и находящимся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь видам диких животных и дикорастущих растений относятся виды диких животных и дикорастущих растений, в отношении которых имеются данные мониторинга животного и растительного мира, государственного кадастра животного мира и государственного кадастра растительного мира, научных и иных исследований, указывающие хотя бы на одно из следующих оснований:

1) ежегодное в течение десяти лет или трех поколений (из двух случаев выбирается большее по временному интервалу значение) сокращение их численности и (или) ареала;

2) неблагоприятные изменения условий среды их обитания, произрастания;

3) ограниченность распространения и малочисленность их популяций.

Правовая охрана рассматриваемых видов растений и животных осуществляется по ряду направлений.

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь виды диких животных и дикорастущих растений включаются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на основании предложений Национальной академии наук

Беларуси в Красную книгу Республики Беларусь. Красная книга Республики Беларусь подлежит изданию не реже одного раза в 10 лет.

Включение диких животных и дикорастущих растений в Красную книгу Республики Беларусь влечет запрет на их изъятие из среды обитания и произрастания, оборот, а также совершение иных действий, которые могут привести к их гибели, сокращению численности или нарушению среды их обитания и произрастания. Изъятие таких видов из среды их обитания и произрастания допускается только в научных целях, в целях вселения (включая расселение), интродукции, реинтродукции, акклиматизации, скрещивания, содержания и (или) разведения в неволе.

Дикие животные, относящиеся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, могут быть изъяты из среды их обитания также в случаях, если они имеют заболевание, опасное для их жизни, жизни или здоровья граждан, а также в случаях необходимости оказания помощи этим диким животным при заболеваниях, ранениях, травмировании, угрозе гибели. Изъятие диких животных и дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, из среды их обитания и произрастания осуществляется на основании разрешения, выдаваемого Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, в порядке и на условиях, установленных Советом Министров Республики Беларусь. Самовольное изъятие таких видов из среды их обитания и произрастания, их незаконный оборот, а также совершение иных действий, которые могут привести к их гибели, сокращению численности или нарушению среды их обитания и произрастания, запрещаются [1, 2].

В целях охраны диких животных и дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь организует работу по выявлению их мест обитания или произрастания. Местные исполнительные и распорядительные органы по представлению соответствующего территориального органа Министерства природных ресурсов

и охраны окружающей среды Республики Беларусь, согласованному с Национальной академией наук Беларуси, принимают решения о передаче выявленных мест обитания диких животных и (или) мест произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, под охрану пользователям земельных участков и (или) водных объектов. Последним выдаются паспорта мест обитания диких животных и (или) мест произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, и охранное обязательство, предусматривающее специальный режим охраны и использования этих мест. Порядок передачи таких мест, формы паспортов и охранного обязательства установлены Советом Министров РБ.

Законодательством установлены ограничения перемещения через таможенную границу Республики Беларусь диких животных и дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу РБ.

Самостоятельным направлением охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов дикорастущих растений и диких животных является регулирование международной торговли такими видами. В марте 1973 г. в Вашингтоне принята Конвенция по международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС), которая вступила в силу 1 июля 1975 года. Конвенция по своему характеру является глобальной, и в настоящее время в ней участвует более 110 государств, включая Республику Беларусь.

Необходимость принятия рассматриваемого документа была связана с тем, что международная торговля представителями дикой фауны и флоры является одной из причин сокращения популяций многих животных и растений. Поэтому в основу данной Конвенции положен согласованный сторонами-участницами Список редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений, торговля которыми может нанести ущерб их природным популяциям и, следовательно, торговлю которыми необходимо контролировать с помощью согласованных международных процедур. Последние включают в себя, в

основном выдачу разрешений установленного международного образца странами – участницами Конвенции, по которым осуществляется экспорт, импорт и реэкспорт занесенных в согласованные Списки видов животных и растений. Действие Конвенции при этом распространяется как на виды, так и на их части и дериваты. Административным органом по Конвенции СИТЕС в Республике Беларусь, выдающим такие разрешения, является Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

1. Закон об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-XXI.

2. Боголюбов, С. А., Жариков, Ю. Г., Кичигин, Н. В. Экологическое право: учебник – М. Юрайт, 2015. – 258 с.

A. A. Tsyganova, E. L. Ionas,
Belarusian State Technical University, Minsk, Belarus
Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Belarus

**LEGAL PROTECTION OF RARE AND ENDANGERED PLANT AND
ANIMAL SPECIES IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

М. Р. Чащин,
Научный руководитель: Е.Р. Магарил,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОБЗОР ЦИФРОВЫХ ПРОДУКТОВ В СФЕРЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Modern technologies make it possible to reduce the complexity of development and the execution of routine operations. Digital gaming technologies can be widely used in various fields: scientific research, teaching in schools, universities, coaching, commercial product development by corporations, and the entertainment industry. The purpose of the article is to provide an overview of digital products and to identify potential areas for use.

Цифровые технологии стали неотъемлемой частью современного мира. Они могут упрощать жизнь людей, избавляя их от выполнения рутинных операций, ускоряют процесс коммуникации. В настоящее время активно применяются нейросети: «*Midjourney*», «*Dall-E*» (от института «*Open AI*»), «*Looka*» (генератор логотипов), «*Colorize*» (восстановление и обработка фото) – (для генерации изображений), «*Chat-GPT*» (генерация текстов на основе материалов сети Интернет, накопленных до 2021 года), «*D-ID*» (генерация интерактивного видео на основе загруженного изображения). В совокупности они используются для генерации цифрового контента блогеров, дизайнеров, исследователей. Особенности восприятия человеческих команд нейросетями исследуют филологи, нейролингвисты, аналитики и исследователи данных [1,2]. Генерируемые цифровые изображения, аудио, видео-продукты, созданные нейросетями на основе анализа данных и человеческих команд, используются разработчиками игр для оптимизации временных и трудовых затрат. Деловые «онлайн» игры и их интеграция с мобильными приложениями – находят широкое распространение в школах, университетах. Их используют коучи, наставники в процессе проведения тренингов и командообразующих мероприятий, организации, как для обучения при передаче сложной информации, так и для развития «мягких» навыков, вовлечения обучающихся в процесс усвоения нового материала в интерактивном формате [3].

Цель статьи: проведение обзора цифровых разработок по тематике устойчивого развития и определение потенциальных сфер применения.

Для проведения исследования определены основные этапы: систематизация цифровых продуктов > формирование реестра цифровых интерактивных продуктов > выборка продуктов и их классификация/устранение дублирования сюжета > ранжирование продуктов по критериям и возможным сферам их использования.

Цифровые продукты можно разделить на три основные группы (рис. 1): приложения, призванные упростить жизнь пользователей, программные продукты для проведения мониторинга состояния процессов и явлений и аналитики (продукты процесс-майнинга бизнес-процессов организаций: «ELMA», «ARIS», «ABBY», «PROMEAS» (российская разработка), «BUSINESSSTUDIO» (проект из Самары), «CAMUNDA Modeler», «MS Visio»), интерактивные онлайн игры / тренажеры (для обучения, развлечений).

Им были присвоены буквенные значения: A, B, C, D, E.



Рис. 1. Виды цифровых продуктов

Примечание: AR/VR – технологии дополненной реальности / виртуальной реальности

Кейсы деловых игр по тематике устойчивого развития. Для дальнейшего проведения исследования из реестра игр по тематике устойчивого развития были сформированы потенциальные направления их использования: наука, школа/вуз, коучинг и др. Условные обозначения (символы) были

сгенерированы при использовании инструментария нейросети «Midjourney». Далее игры (порядковые номера игр, рис. 2) были распределены по сферам применения с обозначением свойств цифровых продуктов, таблица (буквенные значения, рис. 1).

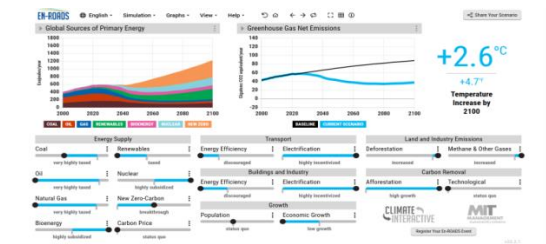
Наибольший функционал и большее количество сферы для применения выявлены для цифрового продукта № 6. Каждую из разработок можно применять в коучинге.

Современные технологии и цифровые продукты предоставляют обширные возможности для их использования, повышают вовлеченность участников при грамотном планировании и организации мероприятий. Цифровые продукты возможно использовать как в научных исследованиях, разработке коммерческих продуктов, коучинге, обучении в школах и вузах. Эксперименты использования цифровых игровых технологий подтверждают увеличение уровня вовлеченности и мотивации обучающихся, например, наглядно представляют процессы организаций в сфере обращения с ТКО [21]. Виртуальные туры не требуют посещения самих заводов, на которых может присутствовать запах от мусора.

Таблица

Матрица цифровых продуктов их категории и применения

Символ от нейросети по запросу автора	Категория/сфера применения	Номер изображения продукта								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Наука	B	AC	-	B	AC	ABDE	BD	AEC	EB
	Обучение школа, вуз	B	AC	DE	BD	AC	ABDE	BD	AEC	DE
	Коучинг/ тимбилдинг	B	C	D	BD	AC	ABDE	D	AE	ED
	Корпорации	B	C	-	-	AC	ABDE	-	AEC	E
	Индустрия развлечений (без цели)	-	-	E	D	-	AE	D	AE	ED



№1 EnRoads от MIT и др.: моделирование изменения климата на основе изменения параметров: электропитания (уголь), ВИЭ и др.; Транспорта (энергоэффективности, электрификации); Отходов ТКО и углеродных выбросов; Удаления углерода – определение влияния мероприятий на состояние окружающей среды в горизонте до 2100 года [9]



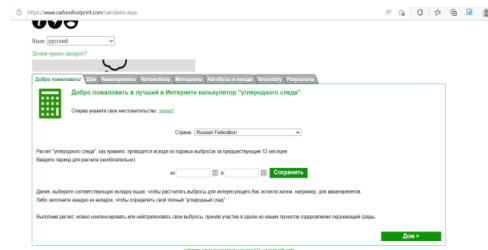
№2 UNIVERSITY OF LEEDS и др.: интерактивная карта отходов по видам ТКО; графики, визуализация данных, статистика [10]



№3 STEAMTRASH Игра-стратегия: стройка мусоросжигательных заводов, работа с техникой захват организаций (сюжет) 18+ Аналог: RecycleGarbageTrak Simulator [8, 11, 12]



№4 ООН и др. Моделирование влияния управленческих решений на параметры: озонового слоя, окружающую среду, доверия и уровня поддержки общественности, экономического развития [13]



№5 Калькулятор углеродного следа [14]



№6 WWF Дополненная реальность природные ландшафты [15]



№7 ЮНЕСКО /ZuDigital / MGIEPи др.: Игра-стратегия для решения глобальных проблем и совершенствования окружающей среды [16]

Виртуальные туры по мусороперерабатывающему заводу:

[Virtual Tours | RIRRC](#) (в сфере обращения с ТКО)



№9 VR-тренажер для сортировки ТКО [18-20]

№8 RHOIDE ISLAND RESOURCE RECOVERY CORPORATION [17]

Рис. 2. Матрица скриншотов пользовательского интерфейса цифровых продуктов

Для разработки новых игровых продуктов возможно использовать ресурсы нейросетевых продуктов, например, для создания персонажей, логотипов, видеомоделирования. Безусловно, для этого понадобится идея и концепция, разработанная человеком. Также инструменты могут быть полезны для разработчиков игровых продуктов в различных средах (VR/AR) для развития культуры ответственного обращения с ТКО и содействия в достижении других целей устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cohen, C., Higham, C., Fand Nabi, S. W. Deep Learnability: Using Neural Networks to Quantify Language Similarity and Learnability. – 2020. doi: 10.3389/frai.2020.00043.

2. Hemming, C. Using Neural Networks in Linguistic Resources. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/240909774_Using_Neural_Networks_in_Linguistic_Resources (дата обращения: 16.03.2023).

3. Madan, K., Pierce, W. T., Mirchi, A. Serious games on environmental management // Sustainable Cities and Society. – 2017. – Vol. 29. – P. 1–11 doi.org/10.1016/j.scs.2016.11.007.

4. Цифровое приложение для ТКО (календарь сбора ТКО). Halton Region. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Halton – Online Waste Collection Schedule (дата обращения: 16.03.2023).

5. Моделирование бизнес-процессов BSC Designer. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : BSC Designer® Online (webbsc.com) (дата обращения: 16.03.2023).

6. Онлайн игра-тренажер для сортировки ТКО. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rethinkwaste.org/residents/interactive-carts/> (дата обращения: 16.03.2023).

7. Браузерная игра тренажер сортировки ТКО. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Super Sorter Game (berecycled.org) (дата обращения: 16.03.2023).
8. TRUSH TRUK Simulator. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://store.steampowered.com/app/2241020/Garbage_Truck_Simulator/ (дата обращения: 16.03.2023).
9. Цифровой онлайн сценарный симулятор с изменением параметров влияющих на климат. Разработчик MIT, Climate Interactive. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://en-roads.climateinteractive.org/scenario.html?v=23.2.1&p1=59&p7=100&p10=5&p16=0.02&p23=-30&p30=-0.07&p35=1&p47=-1&p50=-1&p53=100&p55=100&p57=0.8&p59=10&p235=0.5&p65=100> (дата обращения: 16.03.2023).
10. Интерактивный атлас отходов и база данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.atlas.d-waste.com/> (дата обращения: 16.03.2023).
11. Онлайн игра-стратегия Recycle (18+) [Электронный источник]. – Режим доступа : Trashed в Steam (steampowered.com) (дата обращения: 16.03.2023).
12. Игра-стратегия Детектор Бедствия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Disaster Detector | Smithsonian Science Education Center (si.edu) (дата обращения: 16.03.2023).
13. Симулятор сценариев управленческих решений людей на озоновый слой от ООН. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ozone.unep.org/apollo-edition-impact-simulator> (дата обращения: 16.03.2023).
14. Калькулятор углеродного следа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx> (дата обращения: 16.03.2023).
15. Игра AR от Всемирного Фонда дикой природы (видео обзор) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : WWFFreeRivers – YouTube (дата обращения: 16.03.2023).

16. Обзор онлайн игры ЮНЕСКО Всемирное спасение [Электронный ресурс]. URL: World Rescue (UNESCO MGIEP) | United Nations Video Games & Apps (unric.org) (дата обращения 16.03.2023).

17. Виртуальные туры по мусороперерабатывающему предприятию [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Virtual Tours | RIRRC (дата обращения: 16.03.2023).

18. Симулятор управления отходами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : GitHub – перчаточные ящики/Симулятор управления отходами: Симулятор управления отходами (дата обращения: 16.03.2023).

19. VR-продукт в сфере обращения с отходами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : VR Waste Management Facility Training – Virtual Reality Marketing (дата обращения: 16.03.2023).

20. Симулятор виртуальной реальности: управление ТКО [Электронный ресурс]. – Режим доступа : WasteManagementVR Simulator – YouTube (дата обращения: 16.03.2023).

21. Cheng, K. M., Koo, A. C., Nasir, J. S. B. M. *et al.* An evaluation of online Edcraft gamified learning (EGL) to understand motivation and intention of recycling among youth. – *Sci Rep* 12, 14843 (2022). doi.org/10.1038/s41598-022-15709-2.

M. R. Chashchin,
Research Supervisor: E. R. Magaril,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**REVIEW OF DIGITAL PRODUCTS IN THE SPHERE OF SUSTAINABLE
DEVELOPMENT AND ASSESSMENT OF THE PROSPECTS OF THEIR
APPLICATION**

Ю. С. Шабалина, М. В. Березюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ВКЛАД РЕГИОНАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

The article is devoted to the participation of regional environmental operators in the formation of a conscious culture of consumption and understanding of the importance of environmental protection through various eco-education activities of the population.

Экологическое просвещение является необъемлемой частью формирования экологического менталитета и мировоззрения населения, понимания важности сохранения окружающей среды для будущих поколений.

Согласно Федеральному закону от 10.01.2002 № ФЗ-7 «Об охране окружающей среды», экологическое просвещение определяется как деятельность по распространению экологических знаний об экологической безопасности, здоровом образе жизни человека, информации о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов в целях формирования экологической культуры в обществе [1].

Существует множество разнообразных форм эко-просвещения, например, экологическое образование дошкольных учреждений, средней школы, учебные программы высшего образования в ВУЗах. Также это дополнительное экологическое образование (программы ДПО разных уровней), дополнительное эко-образование детей (станции юных натуралистов, станции экологического направления, экологические кружки ООПТ, музеи природы). Экологическое волонтерство, эко-просветительская деятельность крупных предприятий РФ, общественные экологические движения и организации, крупные ежегодные акции, зеленые уроки, лекции, игры, квесты, походы, мастер-классы, субботники, конференции, фестивали, премии и т. д.

Эко-просветительская работа является важным структурным компонентом реализации ФП «Экономика замкнутого цикла» [2], на рисунке представлена структура данного проекта. Таким образом, в обязанности региональных операторов на постоянной основе входит этот вид деятельности.



Рис. Структура и система управления федеральным проектом [2]

По данным за 2021 год Российский Экологический Оператор (РЭО) представил рейтинг и 20 лучших региональных операторов РФ [3].

Критерии оценивания и отбора были такими:

- собираемость платежей;
- работа с волонтерскими движениями;
- проведение акций, посвященных осознанному потреблению;
- уровень удовлетворенности населения качеством оказания услуги по обращению с ТКО;
- охват населения платежами за коммунальную услугу по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО).

Первые строчки рейтинга топ-20 заняли компании Московской и Брянской областей. Также стоит отметить, что все три региональных оператора Свердловской области попали в данный рейтинг.

Региональные операторы России организуют множество мероприятий и акций по экопросветительской работе:

1. ООО «ЭКОЛАЙН-ВОСКРЕСЕНСК» Московская область.

- Разработана методика экопросвещения для детей дошкольного возраста.
- В 2019 году проведена акция по сбору вторсырья на форуме «Город образования». Прошло выступление экспертов компании о реальном и мнимом

вреде пластика, переработке сложных его видов, а также советы об осознанном потреблении.

– Проведены мастер-классы для населения по разделному сбору вторсырья.

– Выпущен мультфильм-экоурок, который рассказывает про разделный сбор, почему важно давать отходам вторую жизнь, и как это поможет природе.

– Организовано обучение для воспитателей МДОУ № 20 «Новое поколение» о разделном сборе отходов.

2. ООО «Хартия» Московская область.

– Организуются ежемесячные акции «Разделный сбор вторсырья».

– Проведен мастер-класс «Zero waste как новая модель потребления» в рамках просветительской программы для молодежи «Москва без отходов».

3. АО «Чистая планета» Брянская область.

– Проведена лекция со студентами «Экологическое воспитание и культура молодежи современной России».

– Посещение школ с лекциями о работе регионального оператора.

– Издание двух обучающих буклетов по разделному сбору отходов, которые распространяются по детским садам и школам: раскраска для детей дошкольного и младшего школьного возраста и информационная брошюра «Мы за чистый город!» — для школьников средних и старших классов.

4. ЕМУП «Спецавтобаза» Свердловская область.

– Организованы семинары для педагогов школ и детских садов «Классный час с регоператором» для дальнейшего обучения детей.

– Проведены познавательные экскурсии для школьников на мусоросортировочный комплекс.

– Проведены лекции для детей дошкольного возраста «Мусороежка», где рассказывают о работе мусоровоза и о разделном сборе ТКО.

5. ООО «САХ» Удмуртская Республика.

– Организовано обучение 50 педагогов Удмуртии методикам преподавания экологических уроков.

- Проведены рекламные кампании в поддержку раздельного сбора отходов с привлечением наружной рекламы, СМИ, социальных сетей.
- Организованы эко площадки на массовых мероприятиях.
- Проведены экологические уроки в школах и детсадах, групповые экскурсии в пунктах приема вторсырья.

6. АО «ЭкоПром-Липецк» Липецкая область.

- Организация плоггинга – забега «ЧистоДляСебя». Участие в таком забеге приняло около 300 человек, а собрано было 1350 кг.
- Конкурс детских рисунков.
- Проведено новогоднее мероприятие «Семейный экологический праздник», в рамках которого участники соревновались в экологических познаниях и учились правильно сортировать отходы. Также был проведен конкурс по лучшей поделке из вторсырья.

7. ООО «ГРИНТА» Республика Татарстан.

- Участие в открытых уроках по экопросвещению в школах.
- Проведены познавательные игры на городских субботниках, различных массовых городских праздниках и народных гуляниях. К примеру, ростовые куклы рассказывают жителям о ближайших пунктах приема отходов.
- Издание учебного пособия для детей 5–10 лет «Для чего нужны отходы».

8. АО «Ситиматик – Нижний Новгород» Нижегородская область.

- Экологический семейный фестиваль «Мартовские эковстречи». Этот познавательный проект о развитии экологической культуры поставил своей целью привлечь внимание жителей города к теме раздельного сбора отходов, их вторичной переработке и продвижению экологической культуры.
- Настольная игра «Как управлять отходами». Игра моделирует систему обращения с ТКО, внедряемую в Нижегородской области, и показывает, как функционирует дуальный сбор отходов, работают логистические модели, развивается инфраструктура.
- Викторина «Ставка на Экологию».

– Проект игровых практик «Экоматика». Коллекция настольных и стратегических игр привлекает к проблемам экологии школьников и студентов всех возрастов.

– Разработаны несколько методик для обучения правильному обращению с ТКО для выездной работы в школах, ВУЗах, библиотеках и других общественных пространствах.

Эко-просветительская деятельность, с использованием различных современных форм информационных и коммуникационных технологий, является обязательной частью работы любого регионального оператора в рамках работы по формированию осознанной потребительской культуры потребления и понимания важности охраны окружающей среды, снижения объемов образования ТКО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7–ФЗ «Об охране окружающей среды». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 04.04.2023).

2. Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://reo.ru/ezc> (дата обращения: 04.04.2023).

3. Названы 20 лучших компаний по вывозу отходов в России // Российский экологический оператор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://reo.ru/tpost/5orb4yrcy1-nazvani-20-luchshih-kompanii-po-vivozu-o> (дата обращения: 04.04.2023).

4. Российский экологический оператор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://reo.ru/> (дата обращения: 04.04.2023).

Y. S. Shabalina, M. V. Berezyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**CONTRIBUTION OF REGIONAL OPERATORS TO
ENVIRONMENTAL EDUCATION OF THE POPULATION IN THE
RUSSIAN FEDERATION**

Я. М. Щелоков¹, В. Г. Лисиенко², Ю. Н. Чесноков², А. В. Лаптева,³

¹Энергетический комитет Свердловского областного союза промышленников и предпринимателей (СОСПП), Екатеринбург, Россия

²Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

³Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

К ВОПРОСУ О КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ

The anthropogenic greenhouse effect has a noticeable impact on the global climate. A lot of attention is paid to these issues. However, in addition to the greenhouse effect in Russia, the role of district heating should be taken into account.

За последние 100 лет климатологи фиксируют увеличение средней температуры на планете Земля более чем на один градус Цельсия. В истории земли были периоды значительных изменений средних температур. Однако в настоящее время отмечается высокая скорость потепления. Ряд ученых объясняют изменение климата влиянием парниковых газов (ПГ), в частности выбросами диоксида углерода.

Такие выбросы приурочены к районам с металлургическими производствами, тепловыми электростанциями и другими энергопотребляющими предприятиями. В этой связи целесообразно рассматривать локальные климатические изменения.

Можно ожидать, что наиболее заметны такие изменения будут в крупных городах. В таблице 1 приведены изменения температуры воздуха в Москве в 1950-ом и 2008-ом годах [1].

Из данных таблицы видно, что среднегодовая температура воздуха возрастает в Москве. Особенно за отопительный сезон. Сокращается продолжительность отопительного сезона. Из этого можно сделать вывод, что такие климатические изменения в Москве обусловлены не только выбросами парниковых газов. Так как температура воздуха в городе возрастает зимой, то эти изменения можно объяснить влиянием централизованного отопления и плохой теплоизоляцией зданий.

В Москве на коммунальные нужды используется около 60 % всей производимой тепловой энергии, из которой не менее 40 % рассеивается в атмосферу. Тепловые потери (ТП) систем теплоснабжения при их работе по температурному графику 150/120 – 70 °С, а также тепловые потери от отапливаемых объектов, особенно в режиме перетопов, при отсутствии систем регулирования в отапливаемых помещениях и т. п.

Таблица 1

Изменения температуры воздуха у земли в Москве в 1950 и 2008 годах

Времена года	Температура, °С			
	1950 год	2008 год	Средняя температура за период	Прирост среднегодовой температуры
Весна	4,25	7,0	5,625	+2,75
Лето	17,0	17,5	17,25	+0,5
Осень	4,3	5,35	4,825	+1,05
Зима	-9,0	-5,5	-7,25	+3,5
Год	4,15	6,1	5,125	+1,95

Данное заключение можно подтвердить, используя метод экспертных оценок. Исходные данные для экспертной оценки степени влияния предложенных воздействующих факторов на изменение температуры в поверхностном слое атмосферы мегаполиса приведены в таблице 2.

Таблица 2

Исходные данные для экспертной оценки вкладов возможных воздействующих факторов в изменение климата

Времена года	Численная оценка роли факторов			Прирост температуры, °С
	ПГ	ТП	Σ	
Весна	1,0	0,8	1,8	2,75
Лето	1,0	0	1,0	0,5
Осень	1,0	0,6	1,6	1,05
Зима	1,0	1,0	2,0	3,5
Год	1,0	1,0	2,0	1,95

Предельные численные значения нормированы – условно приняты равными единице. Фактор «тепловые потери» весной и осенью менее единицы по причине меньшей длительности отопительного периода в эти времена года.

Зимой этот период равен трем месяцам, причем выработка тепла на отопление в эти месяцы максимальна. Летом прирост температуры воздуха минимален по причинам меньших выбросов ПГ из труб котельных и малыми тепловыми потерями. Связь значений роли факторов с приростом температуры обобщена в таблице 3.

В России много крупных городов. По этой причине климат России изменился сильнее (примерно на $0,76\text{ }^{\circ}\text{C}$), чем климат Земли в целом.

Таблица 3

Зависимость между численными значениями роли факторов (ПГ, ТП и др.) в изменение климата и приростом локальной атмосферной температуры

Время года	Осень	Весна	Зима
Роль фактора Σ	1,6	1,8	2,0
Прирост температуры, $^{\circ}\text{C}$	1,05	2,75	3,5

Заключение

Существующие схемы энергоснабжения в мегаполисах России влияют на локальные показатели климата, увеличивая влияние парниковых газов.

Климат России изменился значительно, чем климат Земли в целом [2], весьма вероятно, что этому так же способствуют сложившиеся схемы энергоснабжения с высокими тепловыми потерями, когда на коммунальные нужды используется около 60 % всей производимой тепловой энергии, из которой не менее 40 % рассеивается в атмосферу. Сюда следует отнести тепловые потери (ТП) систем теплоснабжения при их работе по температурному графику $150/120 - 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, а также тепловые потери от отапливаемых объектов, особенно работающих в режиме перетоков, при отсутствии систем регулирования в отапливаемых помещениях и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щелоков, Я. М. Возможные причины климатических изменений в мегаполисах / Я. М. Щелоков // ЖКХ и энергетика региона. – 2010. – № 4. – С. 51–52.

2. Щелоков, Я. М. Тенденции по снижению углеродоемкости экономики РФ / Я. М. Щелоков // Промышленность и безопасность. – 2021. – № 10. (168). – С. 42–43.

Ya. M. Shchelokov¹, V. G. Lisienko, Yu. N. Chesnokov², A. V. Lapteva,³

¹*Energy Committee of the Sverdlovsk Regional Union of Industrialists and Entrepreneurs (SRUIE), Yekaterinburg, Russia*

²*The Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia*

³*Urals State Economic University, Yekaterinburg, Russia*

CLIMATE CHANGE ISSUES

РАЗДЕЛ 3. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

М. А. Булышко, А. А. Хрипович,

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

НАКОПИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Snow cover well accumulates various chemical compounds and is an indicator of their content in the atmosphere. Due to the sorption capacity, snow serves as an assistant in identifying the anthropogenic impact on the natural environment.

Снежный покров – пласт снега, образующийся на поверхности Земли, в результате снегопадов. Диффузная характеристика отражательной способности поверхности для выпавшего снега составляет 70–90 %, для тающего показатель снижается до 30–40 %. Большое влияние на формирование снежного покрова оказывают солнечное излучение и ветер. Для снега характерна малая плотность, она увеличивается к концу зимы и обеспечивает хорошую теплопроводность. В течении зимнего периода снежный покров становится плотнее и оседает. Он характеризуется слоистостью и зернистостью. Снег обладает накопительным свойством за счёт своей пористой структуры.

Нормальная концентрация веществ для незагрязненного снежного покрова составляет от 10 до 20 мг/л. Это число меняется по мере приближения к морским берегам и берегам озер, там содержание солей на пару порядков выше. Количество и состав веществ в снежном покрове также меняется в зависимости от отдалённости от побережья, близости нахождения промышленный предприятий, шоссе и железных дорог.

С помощью данных, полученных во время изучения снега, можно судить о степени загрязнения окружающей среды. Снежный покров хорошо накапливает загрязняющие вещества в виде аэрозолей, выпадающие из атмосферы. В горных и полярных областях снег со временем превращается в лед и консервирует

поллютанты при поддержании подходящих условий в массе ледника. Содержание загрязняющих веществ в снежном покрове в 2–3 раза больше, чем в воздушной среде. В его составе преобладают хлориды, сульфаты, азотистые соединения. Опасность заключается в том, что при таянии химические вещества, находящиеся в нем, проникают в почву, открытые водоемы, подземные воды и оседают в них. Далее загрязнители попадают в растительные и животные организмы. Для человека их накопление приводит к дисфункции работы мозга, метаболизма, перфузии и может вызывать аллергические реакции.

Выделяются пять основных групп поллютантов содержащихся в снежном покрове: 1) макрокомпоненты снеговых вод – пыль, сульфатные и гидрокарбонатные ионы, кальций, хлор, фтор, минеральные формы азота и фосфора и др.; 2) тяжелые металлы и другие микроэлементы; органические соединения; 3) фенолы, формальдегид и др.; 4) полициклические ароматические углеводороды; 5) радионуклиды [1].

Главными факторами загрязнения снежного покрова являются промышленные предприятия, автомобильный транспорт и деятельность человека. Основными поллютантами, поступающими от автотранспорта, считают продукты сгорания топлива, протечки ГСМ и постоянное содержание в атмосфере пыли от дорог. Выхлопные и отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания выбрасывают в воздушный бассейн более 70 % оксидов углерода и углеводородов (бензолы, формальдегиды, бенз(а)пирен), около 55 % оксидов азота, до 5,5 % воды, а также сажу (тяжелые металлы), гарь, копоть и т. д. [2]. По причине постоянного трафика на дорогах и недостаточной уборки проезжая часть не замерзает, что способствует более легкому поднятию загрязнителей в атмосферу. В окрестности промышленных центров запыленность снежного покрова превышает фоновый уровень в 2–3 раза. Поступление мелкой взвеси в окружающую среду в больших количествах приводит к подщелачиванию снеговых вод до показателя 8,5–9,5, также увеличивается содержание магния, кальция и гидрокарбонат-ионов.

Ее источниками служат строительная и цементная промышленность, производство черной, цветной металлургии и аммиака.

Попадание оксидов серы в атмосферу вызывает подкисление снеговых вод. Источниками их поступления являются тепловые станции, работающие на угле, производство цветной металлургии, а также коксо-нефтехимическая промышленность. Встречается зональность щелочно-кислых условий, когда во внутренней зоне воды характерна щелочная реакция, а во внешней – более кислая. Среди данного перечня наиболее опасными являются заводы черной и цветной металлургии, которые выбрасывают в окружающую среду полициклические ароматические углеводороды. Многие из них канцерогенны и представляют большую опасность для человеческого организма. Выбросы алюминиевых заводов кроме пыли содержат растворимые фториды алюминия и прочих металлов.

Что касается бытовых отходов: наибольшее загрязнение расположено вблизи жилых домов и сосредоточения людей.

Загрязнение снежного покрова происходит в 2 этапа: во-первых, это загрязнение снежинок во время их образования в облаке и выпадения на местность – влажное выпадение загрязняющих веществ со снегом; во-вторых, это загрязнение уже выпавшего снега в результате сухого выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, а также их поступления из подстилающих почв и горных пород [3]

Взаимосвязь между сухими и влажными выпадениями зависит от длительности холодного периода, периодичности и интенсивности снегопадов, физико-химических свойств загрязняющих веществ и размеров аэрозолей.

Снежный покров может служить в качестве удаленного измерения параметров загрязнения, включая космос.

Разделяют три типа постов наблюдений снежного покрова: стационарные, маршрутные и передвижные. Стационарные посты обеспечивают постоянную регистрацию содержания загрязнителей или периодического отбора проб воздуха для предстоящего анализа.

Выделяют опорные стационарные посты, предназначенные для определения долгосрочных изменений содержания загрязнителей. Маршрутный пост производит регулярный отбор проб воздуха при невозможности установления стационарного или потребности в более детальном изучении состояния загрязнения воздуха в определенных районах. Передвижной пост обеспечивает отбор проб под дымовым факелом для обнаружения зоны воздействия источника промышленных выбросов.

Одним из самых удобных способов исследования экологической обстановки является изучение снежного покрова. Количество загрязняющих веществ в нем выше, чем в атмосферном воздухе, поэтому определение концентрации загрязнителей можно осуществлять простыми способами, при этом сохраняя высокую степень точности.

Состав снежного покрова практически идентичен составу воздуха. Поэтому по данным, полученным из качественного анализа, можно сделать выводы о степени загрязненности атмосферы. Данные исследования помогут составить картину зон воздействия промышленных предприятий и других источников, оказывающих влияние на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Научно-исследовательская работа по теме «Снеговой покров как индикатор загрязнённости окружающей среды». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://infourok.ru/nauchnoissledovatel'skaya-rabota-po-teme-snegovoy-pokrov-kak-indikator-zagryaznennosti-okruzhayushey-sredi-3439144.htm> (дата обращения: 02.04.2023).

2. Реферат «Определение загрязнения путём снегомерных измерений». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bibliofond.ru/view.aspx> (дата обращения: 05.04.2023).

3. Снежный покров как индикатор загрязнения природной среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

https://studbooks.net/981192/ekologiya/snezhnyy_pokrov_indikator_zagryazneniya_prirodnoy_sredy (дата обращения: 03.04.2023).

М. А. Булынько, А. А. Хрипович,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

STORAGE CAPACITY OF SNOW COVER

Л. А. Веремейчик¹, Л. С. Герасимович²,

¹*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь*

²*Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь*

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

The article analyzes the impact of vehicles on the environment. The main pollutants of natural resources are shown. The main directions of reducing the impact of vehicles on the environment are presented.

Транспортный комплекс является важнейшим звеном экономико-социальной инфраструктуры любой страны и призван своевременно и качественно обеспечивать жизнедеятельность всех отраслей экономики и национальную безопасность государства, а также потребности населения в перевозках и услугах. Автомобильный, городской электрический транспорт, а также метрополитен в Республике Беларусь оказывают значительное влияние на развитие социальной сферы, осуществляя около 96 % от общего объема перевозок пассажиров всеми видами транспорта [1].

Вместе с тем транспорт потребляет значительное количество энергии, природных ресурсов и загрязняет окружающую среду. Негативное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду в основном связано с увеличением загрязнения атмосферы, водных ресурсов, почвы, а также ухудшением условий для развития флоры и фауны. Все выделяемые транспортом вещества обладают высокой токсичностью, при сгорании топлива образуются продукты, попадающие в атмосферу, к их числу можно отнести: оксид углерода, углеводороды, диоксид серы, оксид азота, свинцовые соединения, серная кислота. Выхлопные газы транспортных средств содержат опасные вещества – канцерогены, способствующие развитию онкологических заболеваний у людей. Одними из наиболее опасных соединений, содержащихся в выхлопных газах, считаются токсичные оксиды азота (NO₂), диоксид серы

(SO₂), угарный газ (CO) и альдегиды, а также сильные канцерогены включающие: углеводороды (в основном бензопирен), золу, сажу и другие взвешенные частицы. Кроме того, вместе с выхлопными газами в воздух могут попадать ядовитые соединения свинца (тетраэтилсвинец), брома и хлора [2].

Влияние транспорта на природные экосистемы имеет довольно тяжелые экологические последствия. Загрязнение атмосферы повышает ее плотность и создает парниковый эффект, приводящий к изменению климата планеты. Выбросы выхлопных газов приводят к выпадению кислотных дождей, под их воздействием изменяется почвенный состав, загрязняются водоемы, страдает флора и фауна, ухудшается здоровье людей. Помимо этого, отрицательное воздействие транспорта проявляется в излишнем шуме и вибрациях, электромагнитных излучениях, загрязнении сточными водами, нарушении ландшафтов при эксплуатации дорог, загрязнении водных акваторий и почв противогололедными реагентами, стоками дождевых и талых вод с растворенными в них тяжелыми металлами, нефтепродуктами, солями и др.

Транспортная инфраструктура оказывает серьезное влияние на ландшафт, при строительстве дорог, мостов и другой инфраструктуры, при этом природные территории разделяются на небольшие участки, разрушаются экосистемы, что негативно отражается на флоре и фауне, исчезают отдельные виды животных и растений, развиваются мутации и т. д.

Сохранение и повышение устойчивости экосистем при использовании транспортных средств может быть достигнуто только с применением комплекса соответствующих организационно-технических мероприятий. Появление угроз экологической безопасности обязывает сосредоточить все возможные усилия для сохранения благоприятной окружающей среды.

Целесообразно усиливать контроль за исполнением природоохранных требований, посредством разработки стратегии охраны природы, предусматривающей создание перспективных планов экологизации транспорта, основными направлениями которых являются разработка альтернативных видов транспортных средств и топлива. В связи с этим обеспечение экологической

безопасности в процессе транспортной деятельности на данный момент является одной из основных задач государства, чаще всего определяется как совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающих экологический баланс в окружающей среде и не приводящих к жизненно важным ущербам, наносимым природной среде и человеку.

В соответствии с этим для обеспечения устойчивости выполнения перевозок пассажиров и качества транспортного обслуживания населения республики будет продолжена работа по развитию автомобильного, городского электрического транспорта и метрополитена. При этом с учетом современных тенденций в транспортном планировании для повышения эффективности и безопасности использования различных видов транспорта общего пользования и их взаимодействия в целях удовлетворения потребностей населения в перемещениях (в том числе пешком, а также посредством использования велосипедов и иных средств индивидуальной мобильности) в рамках государственной программы предусматривается разработать и реализовать планы устойчивой городской мобильности.

Эти меры, а также оптимизация градостроительных и транспортных планировочных решений будут также способствовать повышению транспортной безопасности и экологической чистоте городов [1].

Концепцией развития велосипедного движения в Республике Беларусь предусмотрено создание условий для более активного использования велосипедов как средства обеспечения мобильности населения на принципах устойчивого развития с увеличением доли поездок на велосипедах (в первую очередь для утилитарных целей): в городах с численностью населения 50 тыс. человек и более – до 8–10 %, в городах с численностью населения менее 50 тыс. человек и поселках городского типа – до 15–20 %, в агрогородках и сельских населенных пунктах – свыше 40 %.

В целях снижения транспортной нагрузки на улично-дорожную сеть и, как следствие, количества выбросов загрязняющих веществ для создания безопасной и комфортной городской среды необходимо реализовывать мероприятия по

популяризации общественного транспорта и снижению привлекательности личного транспорта [3].

Значительный рост парка транспортных средств влечет за собой увеличение потребления топлива, прежде всего дизельного, при практически неизменном росте потребления бензина. Для Республики Беларусь, как для страны, не имеющей собственного углеводородного сырья в необходимом количестве, крайне важно обеспечить стабильную работу транспортного комплекса, потребляющего значительное количество топливно-энергетических и других невозобновляемых ресурсов при обеспечении своей важной социально-экономической функции.

В ряде стран особое внимание уделяется внедрению электромобилей, транспорт с электродвигателем не только решает проблемы уменьшения загрязняющих веществ, но и сводит к минимуму шумовой эффект. Беларусь не остается в стороне от тренда по экологизации транспорта путем увеличения использования электромобилей. Принятые в последние годы меры по стимулированию приобретения электромобилей и развитию инфраструктуры привели к значительному росту использования такого вида транспорта. По состоянию на декабрь 2020 года в стране насчитывалось свыше 1600 электромобилей (в 2017 году – 40 единиц), в соответствии с планами их количество к 2025 году возрастет и составит более 112 тыс. ед., доля электромобилей в национальном автопарке к 2030 году может составить 14 %, или 565 тыс. ед.

В соответствии с мировыми стандартами в стране успешно реализуется программа создания государственной зарядной сети для электромобилей, цель которой — обеспечение комфортного и беспрепятственного передвижения электромобилей по территории республики. Так, в 2018 году зарядная сеть насчитывала 85 единиц, в 2020 году их количество возросло до 405 единиц [3].

Управление экологической безопасностью при использовании транспортных средств в Республике Беларусь осуществляется с учетом того, что доля выбросов в атмосферу от мобильных источников в валовом объеме

выбросов загрязняющих веществ в последние годы составляет более 70 %. Удовлетворение транспортных потребностей не должно вступать в противоречие с приоритетами охраны окружающей среды и здоровья, нарушать интересы будущих поколений. Достижение поставленной цели должно быть обеспечено посредством реализации следующих основных задач: нормирование вредного воздействия транспорта на атмосферный воздух, техническое регулирование в области снижения вредного воздействия транспорта на атмосферный воздух, проведение государственной экологической экспертизы проектов, проведение государственного экологического контроля транспортных средств, качества моторного топлива, осуществление аналитического (лабораторного) контроля в области охраны окружающей среды вблизи дорог и объектов тяготения мобильных источников выбросов, разработка мер ответственности за загрязнение атмосферного воздуха владельцами индивидуального транспорта, совершенствование системы экологического образования и просвещения и др. [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. О государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021–2025 гг. / Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.03.2021 г. № 165. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100165> (дата обращения: 20.03.2023).
2. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень / Е.И.Громадская и др. – Минск: РУП «ЦНИИКИВР», 2022 г. – 145 с.
3. О Национальном плане действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021 – 2025 годы / Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.12.2021 г. № 710 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/2021/nats.plan-po-razvitiju-zelenoj-ekonomiki.pdf> (дата обращения: 24.03.2023).

L. A. Veremeychik¹, L. S. Gerasimovic²,

¹Belarusian State Technological University, Republic of Belarus

² Belarusian State Agrarian Technical University, Republic of Belarus

**ENVIRONMENTAL SAFETY MANAGEMENT IN THE USE OF
VEHICLES IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

М. А. Герасимова, Н. В. Дукмасова,
Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ, ПЕРЕРАБОТКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ

The article presents the role of the oil sector for the world economy. The problems of environmental pollution during oil production, their sources, types and scale of consequences are considered. The ways of solving and preventing the consequences of oil production are presented.

Нефтяная промышленность является передовой для стран по всему миру. Данная отрасль активно развивается, во многих стран нефтедобыча, является главной составляющей развития экономики, при этом она основная по загрязнению окружающей среды. Экологические проблемы, связанные с этими загрязнениями, приобретают большую остроту в связи со сложностью их удаления и дороговизны применяемых методов. Основными причинами нефтяного загрязнения являются добыча, транспортировка и аварии [1],

Загрязнение окружающей среды от нефти.

Транспортировка нефтепродуктов осуществляется танкерами и нефтепроводами. Посредством танкеров и подводных трубопроводов в гидросферу выливается около 20 % общего нефтяного загрязнения от всех источников. При транспортировке танкерами разлив нефти может происходить в небольших количествах. Подобные постоянные проливы образуют маслянистые пленки по пути транспортировки нефти [1].

Часто нефть попадает в водные объекты со сточными водами, которые применяются для балласта или промывки судна, а также в случаях посадки судна на мель или при аварийных столкновениях [2]. Большую опасность для экологии несут в себе нефтепроводы. В процессе транспортировки возможны утечки нефти и аварии. Особенно если данные системы проложены по дну рек, морей и океанов. Долгое время эти повреждения могут оставаться незамеченными и наносить серьезный экологический ущерб [2].

По различным причинам при добыче и транспорте нефти часть сырья выливается на земную поверхность и в водоемы [3].

Аварийные ситуации техногенного характера встречаются не часто, но если они происходят, то наносят серьезный ущерб окружающей среде.

При разведке и добыче углеводородного сырья в основном действуют такие загрязняющие факторы:

- проливы буровых и тампонажных растворов;
- несанкционированный сброс пластовых вод и шламов;
- случайные мелкие утечки самого сырья [1].

Последствия от загрязнения нефти.

Нефтяной слой на поверхности воды нарушает кислородный и углекислотный обмены уменьшает проникновение солнечного света, препятствует фотосинтезу в гидросфере, уменьшает теплопроводность и теплоемкость воды (рис.). Некоторая часть остается на поверхности воды, и еще одна часть, образуя дисперсию, медленно опускается на дно, тем самым образуя вторичное загрязнение водных объектов [1, 4]

Ежегодно в водные объекты земли по разным причинам попадает от 2 до 10 млн т. нефти. Снимки из космоса показывают, что почти 30 % поверхности океана покрыто нефтяной пленкой. К примеру: один литр нефти лишает кислорода 40 тысяч литров морской воды, тонна нефти загрязняет 12 км² поверхности океана. При ее концентрации в морской воде в количестве 0,1–0,001 мл/л икринки рыб погибают за несколько суток [3].

Загрязнение почвенных ресурсов влечет за собой нарушение физико-химических свойств. В этих местах перестают расти растения. При сильных загрязнениях земля становится мертвой, и она не подлежит восстановлению [1].

Сильно страдает от загрязнений нефтепродуктами животный мир. Как правило, последствия данных загрязнений наступают не сразу, а спустя определенное время. Например, птицы, попавшие в нефтяное пятно, гибнут от переохлаждения. Гибнут рыбы, ракообразные и моллюски. При попадании нефти на почву гибнут микроорганизмы, насекомые, животные, птицы. Данные загрязнения затрагивают естественные процессы и взаимосвязи, изменяя условия обитания живых организмов. [1]

На рисунке 1 изображены последствия разливов нефтепродуктов.

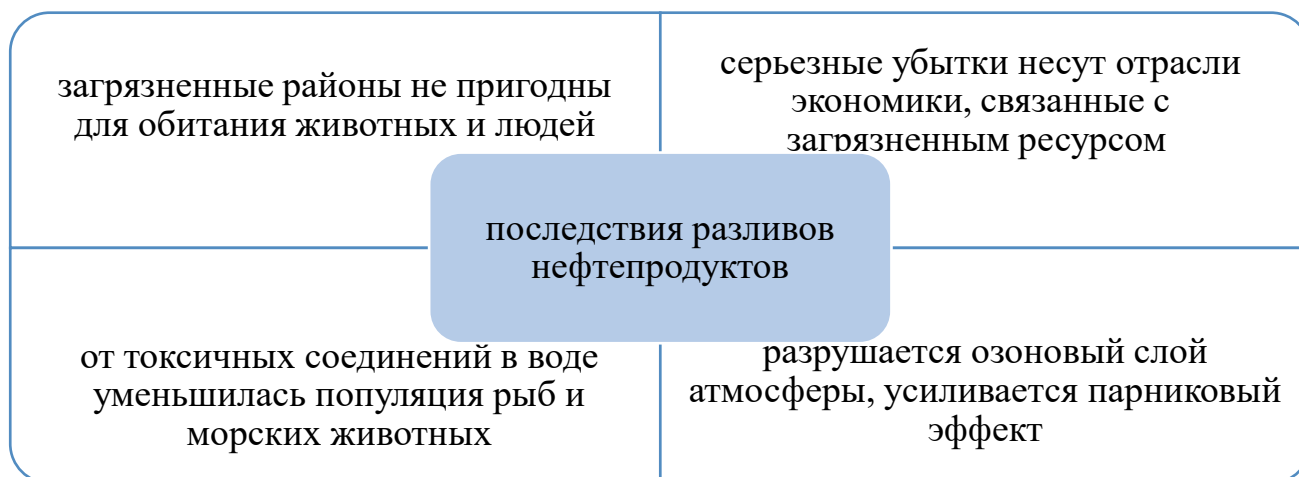


Рис. Последствия нефтяных разливов (составлено автором) [1]

На сегодняшний день политика в области отходов многих стран направлена на минимизацию последствий в процессе загрязнения окружающей среды нефтью. Создаются различные законы, включающие в себя стандарты по нефтедобыче и нефтепереработке. Существуют нормативы выбросов, воздействия вредных токсичных веществ на атмосферный воздух. [4]

Немаловажным аспектом является очистка уже загрязненных пространств. Основные методы:

- механический сбор, который представляет собой очистку бульдозерами, сетями, лопатами и сорбция. Сорбция заключается в применении порошковых абсорбентов и адсорбентов;
- термический – выжигание слоя нефти при условии достаточной её толщины;
- физико-химический – устранение нефтяных фракций при помощи сорбентов и диспергентов;
- биологический – заключается в использовании природных микроорганизмов [1].

Предупреждение загрязнений предпочтительнее, чем устранение. Для профилактики загрязнения необходимо соблюдать требования экологического законодательства, а также следить за состоянием оборудования, транспорта.

Важную роль играет возмещение экологического ущерба, причиняемого окружающей среде в результате загрязнения нефтью. Возместить данный ущерб обязан виновник причинения вреда.

В настоящее время особенно актуальны экологические проблемы, связанные с нефтедобычей, переработкой и транспортировкой нефти. Для решения этих проблем необходим комплексный подход. Использование нефти и нефтепродуктов не должно вредить окружающей среде. Минимизация последствий при нефтедобыче будет способствовать развитию данной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологические последствия загрязнения нефтью и нефтепродуктами. Влияние на разные экосистемы и методы ликвидации разливов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenologia.ru/eko-problemy/biosfera/zagryaznenie-neftyu.html> (дата обращения: 25.03.2023).

2. Нефть и связанные с ней проблемы экологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://neftok.ru/raznoe/neft-i-ekologiya.html> (дата обращения: 20.03.2023).

3. Экологические проблемы нефтяной промышленности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://neftegaz.ru/analysis/ecology/330188-ekologicheskie-problemy-neftyanoj-promyshlennosti> (дата обращения: 25.03.2023).

4. Аспекты обеспечения экологической безопасности при добыче, транспортировке и хранении нефтепродуктов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/aspekty-obespecheniya-ekologicheskoy-bezopasnosti-pri-dobyche-transportirovke-i-hranenii-nefteproduktov> (дата обращения: 25.03.2023).

M. A. Gerasimova, N. V. Dukmasova
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION DURING OIL PRODUCTION

А. А. Давлетбаева, А. Ю. Бояринов,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТА В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

This article is devoted to studying the impact of transport exploitation in the Sverdlovsk region on the environment. The article discusses various types of transport and their impact on the atmospheric air of the region. Data analysis showed that transport exploitation is the main cause of environmental pollution in the Sverdlovsk region. The article also considers possible measures to reduce the harmful impact of transport on the environment, such as using environmentally friendly fuels, imposing restrictions on access to urban areas for certain categories of vehicles, and supporting public transport. The results of the study can be used to develop plans to improve the environmental situation in the region.

Автотранспорт является неотъемлемой частью современной жизни и экономики. Без него не обойтись ни в производстве, ни в повседневной жизни.

Свердловская область, как один из крупнейших регионов России, является географическим центром транспортной инфраструктуры. Однако, развитие транспортной системы неизбежно влечет за собой негативное воздействие на окружающую среду. Эксплуатация транспорта является одним из основных источников загрязнения атмосферы.

В связи с этим возникает необходимость изучения вопроса о влиянии эксплуатации транспорта на состояние окружающей среды.

Данная статья посвящена анализу воздействия различных видов транспорта на окружающую среду в регионе.

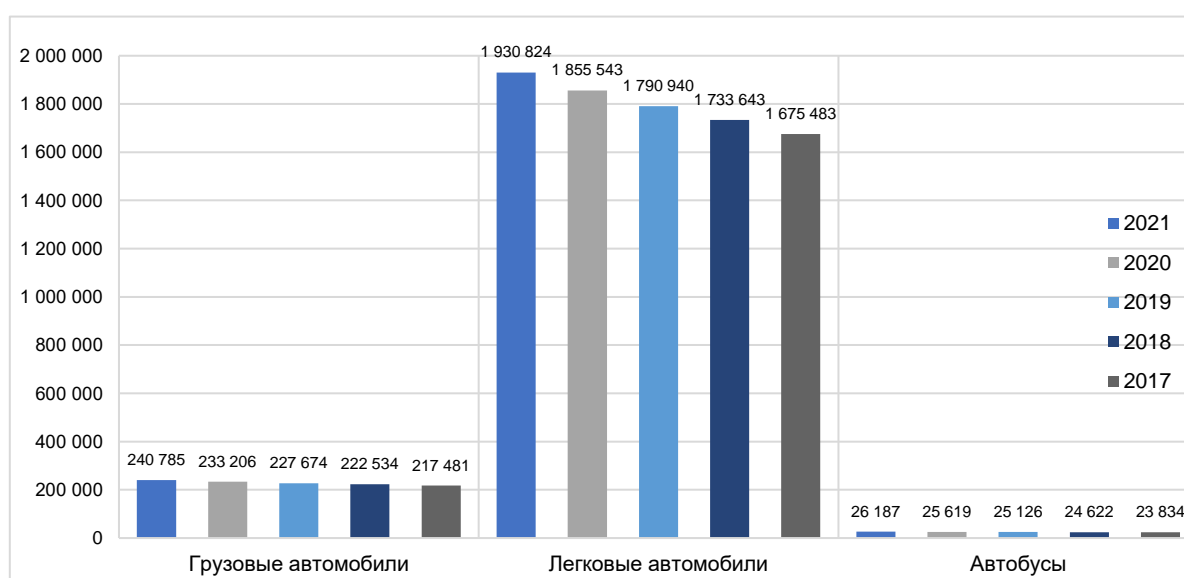


Рис.1. Количество транспорта в Свердловской области в период 2017–2021 годов ¹

Ежегодно автопарк Свердловской области увеличивается (рис. 1). Вместе с ним также увеличивается воздействие на окружающую среду от выхлопных газов. Основные загрязнители от автотранспорта представлены в таблице 1.

Таблица 1²

Основные виды загрязнителей от автотранспорта, мг/л

Загрязняющие вещества	Годы			
	2022	2021	2020	2019
SO ₂	1,29	1,26	1,21	1,18
NO _x	29,57	28,85	28,02	27,33
ЛОСНМ	11,90	11,61	11,15	10,77
CO	103,99	101,26	96,93	93,43
C	0,88	0,87	0,85	0,83
NH ₃	1,81	1,75	1,67	1,60
CH ₄	0,52	0,51	0,50	0,49

При сжигании топлива в тепловых двигателях расходуется атмосферный кислород. Тепловые машины не только сжигают кислород, но и выбрасывают в атмосферу эквивалентные количества оксида углерода (итого 3 499,16 тыс. т по итогам 2021 года) [3]. Сгорание топлива в топках промышленных предприятий и тепловых электростанций почти никогда не бывает полным, поэтому происходит загрязнение воздуха золой, хлопьями сажи. Во всем мире обычные энергетические установки выбрасывают в атмосферу ежегодно более 200 млн т золы и более 37,52 тыс. т оксида серы [3].

Токсичными выбросами двигателей внутреннего сгорания (далее – ДВС) являются отработавшие и картерные газы, пары топлива из карбюратора и топливного бака. Основная доля токсичных примесей поступает в атмосферу с отработавшими газами ДВС. С картерными газами и парами топлива в атмосферу поступает приблизительно 45 % углеводородов от их общего выброса. Самые высокие объемы выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в разрезе городов области сосредоточены в Екатеринбурге, Нижнем Тагиле, Серове, Первоуральске [4].

¹ Составлено автором на основе данных Росстата [1]

² Составлено автором на основе данных Росстата [2]

Основным загрязнением являются выбросы оксидов азота (NOx) и углеводородов (НС) в атмосферу (табл. 2).

Таблица 2³

Превышение ПДКс.с. веществ-загрязнителей в городах Свердловской области
(число раз) в 2020 году от автотранспорта

Города	Превышение ПДК сс веществ-загрязнителей						
	СО	NO2	NO	SO ₂	NH ₃	H ₂ S	Взвешенные частицы
Екатеринбург		2,8	1,2				1,8
Нижний Тагил	2,3	1,7		2,0	1,0	5,0	1,7
Каменск-Уральский		2,0	1,4				
Асбест		2,1	1,4				
Реж		4,0	1,1	2,5			
Краснотурьинск		1,1					1,5
Красноуральск				4,5			
Серов	1,3	3,2	1,2	1,4			
Полевской		1,1					1,7
Верхняя Пышма		1,5	2,1				
Кировград				3,2			
Ревда		2,8		2,2			
Первоуральск		1,8	4,1	1,2		3,4	

Отрицательное влияние тепловых машин на окружающую среду связано с действием различных факторов:

- при сжигании топлива используется кислород из атмосферы, вследствие чего содержание кислорода в воздухе уменьшается;
- сжигание топлива сопровождается выделением в атмосферу углекислого газа;
- при сжигании угля и нефти атмосфера загрязняется азотными и серными соединениями, свинцом, вредными для здоровья человека [5].

Согласно законам термодинамики – производство электрической и механической энергии не может быть осуществлено без отвода в окружающую среду значительных количеств теплоты. Это приводит к постепенному повышению средней температуры на земле – тепловому загрязнению. Этот эффект усиливается тем, что при сгорании огромного количества топлива

³ Составлено автором на основе [4]

повышается концентрация углекислого газа в атмосфере. При повышенной концентрации углекислого газа атмосфера плохо пропускает тепловое излучение нагретой Солнцем поверхности Земли, что приводит к парниковому эффекту.

В результате описанных процессов средняя температура на Земле в течение последних десятилетий растет. Это грозит глобальным потеплением с нежелательными последствиями, к числу которых относятся таяние ледников и подъем уровня мирового океана.

По мнению многих экспертов электромобили являются более экологически чистыми, чем автомобили, работающие на бензине или дизельном топливе, однако, они также оказывают отрицательное влияние на окружающую среду, которое может быть сопоставимо с влиянием автомобилей, работающими на ДВС. Ниже приводится перечень лишь некоторых проблем, связанных с производством, эксплуатацией и утилизацией электромобилей.

1. Использование редких металлов, таких как литий, никель, кобальт и марганец, для производства батарей. Извлечение и переработка этих материалов могут привести к значительному загрязнению окружающей среды и нерациональному использованию ресурсов.

2. Проблемы с утилизацией и переработкой старых батарей. Старые батареи могут содержать токсичные вещества, которые могут нанести вред окружающей среде, если они не утилизируются правильно. Это может быть значительной проблемой в будущем, когда количество выведенных из эксплуатации литий-ионных батарей будет расти.

3. Использование электроэнергии, производимой на угольных, газовых, мазутных электростанциях. Если энергия, используемая для зарядки аккумуляторов, производится на угольном топливе, то это может изменить общую картину экологической эффективности электромобилей и привести к повышению выбросов парниковых газов. Вероятнее всего, произойдет изменение энергобаланса в пользу электроэнергии и перераспределение мест образования парниковых газов, но не снижение их количества.

4. Использование материалов с низкой устойчивостью при производстве автомобилей. Это может привести к заболеваниям, вызванных токсичными веществами, которые могут выделиться из материалов, используемых в производстве.

На основе проведенного исследования предложены меры по снижению нагрузки на окружающую среду:

1) создавать зеленые зоны в центре города, где будет запрещено движение транспорта и которые будут использоваться в основном для пешеходов и велосипедистов;

2) повышать качество топлива с целью снижения уровня выбросов вредных веществ в атмосферу;

3) продвигать меры, связанные с проектированием города, по правильной организации транспортной инфраструктуры для уменьшения числа заторов и движения транспорта в городе.

В заключении можно подчеркнуть, что на основе проведенного исследования можно сделать выводы о том, что эксплуатация транспорта оказывает серьезное негативное воздействие на окружающую среду в Свердловской области. Различные виды автотранспорта (с ДВС и на электрической тяге) вносят значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха, что отрицательно сказывается на здоровье людей и экологическом состоянии территории.

В рамках исследования были рассмотрены возможные меры по уменьшению вредного влияния транспорта на окружающую среду.

С учетом данных выводов, необходимо принимать меры по оптимизации транспортной системы с учетом экологических факторов. От эффективной реализации этих мер зависит здоровье жителей региона и сохранение природы наших земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики. Транспорт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (дата обращения: 25.03.2023 г.).
2. Федеральная служба государственной статистики. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://2021.ecology-gosdoklad.ru/doklad/atmosfernyu-vozduh/vybrosy-zagryaznyayuschih-veschestv/> (дата обращения: 25.03.2023 г.).
3. Данные об объеме выбросов от передвижных источников за 2021 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://https.rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect/> (дата обращения: 25.03.2023 г.)
4. Характеристика качества атмосферного воздуха в городах Свердловской области в 2020 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mprso.midural.ru/article/show/id/10063> (дата обращения: 25.03.2023).
5. Федеральная служба государственной статистики, 2022. Статистический сборник, Москва. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : – https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ochrana_okruj_sredi_2022.pdf (дата обращения: 25.01.2023 г.)

A. A. Davletbaeva, A. Y. Boyarinov
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**THE IMPACT OF TRANSPORT OPERATION IN THE
SVERDLOVSK REGION ON THE STATE OF THE ENVIRONMENT**

А. А. Давлетбаева,
 Научный руководитель: Е. Р. Магарил,
 Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

The article deals with the negative impact of transport on the environment on the case study of Sverdlovsk region. An analysis of the state of the environment in the region has been carried out and problems associated with vehicle emissions have been identified. The main sources of air, soil, and water pollution, as well as their relationship with transport, are considered. Methods and measures to reduce the impact of vehicles on the environment are described. As a result of the study, conclusions were drawn about the need to take measures to reduce the harmful impact of transport on the environment in the region to preserve environmental stability and public health.

Транспорт играет важную роль в современной жизни, обеспечивая перемещение людей, грузов и услуг. Однако, развитие транспорта сопровождается экологическими проблемами, в том числе загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных вод, шумом и вибрацией (рис.).

Цель данной статьи – рассмотреть экологическое воздействие транспорта на окружающую среду на примере Свердловской области.

В Уральском Федеральном округе (УрФО) автомобильный транспорт является основным источником загрязнения атмосферного воздуха.

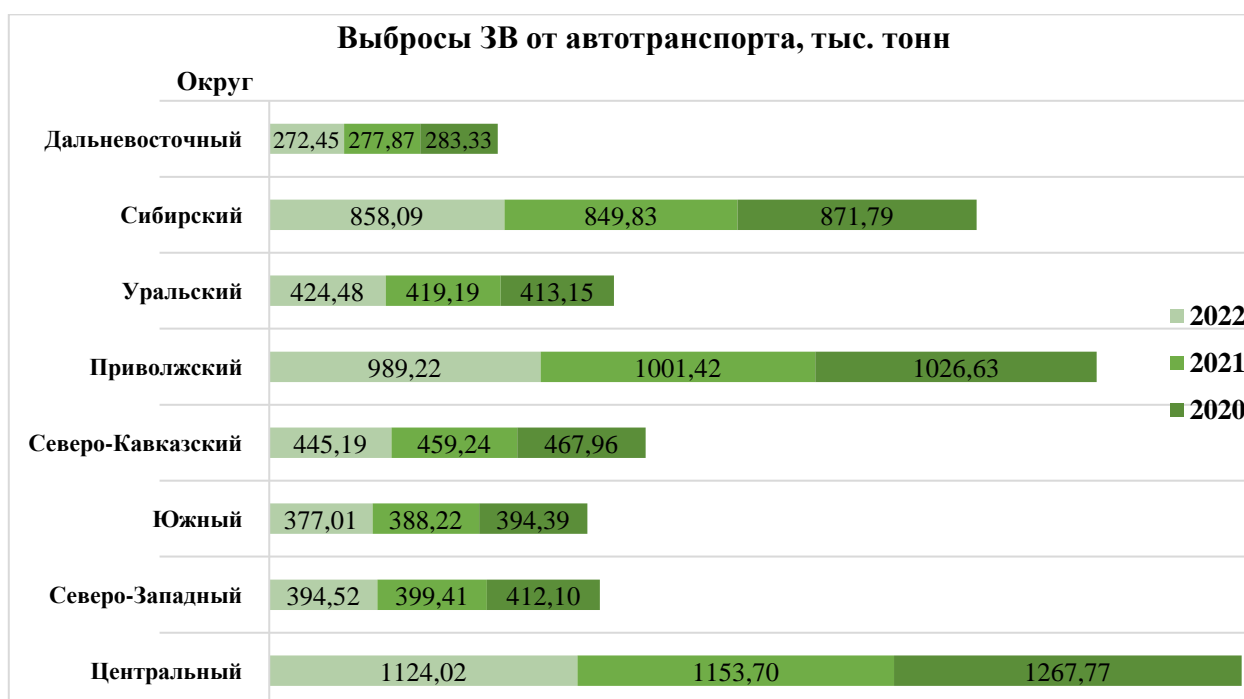


Рис. Объем выбросов загрязняющих веществ в РФ, тыс. т.
 Составлено автором на основе данных [1].

По итогам 2022 года выбросы от автотранспорта составили 424,476 тыс. т загрязняющих веществ (далее – ЗВ) (рис.).

УрФО занимает пятую позицию по распределению объемов ЗВ на одного человека. По итогам 2021 года объем выбросов на человека по региону составил 32,96 т. По Свердловской области всего объем выбросов ЗВ по итогам 2021 года составил 135,64 тыс. т. По УрФО Свердловская область является лидером по объемам выбросов ЗВ от автотранспорта (табл. 1).

Таблица 1

Объемы выбросов ЗВ от автотранспорта, тыс. т

Федеральный округ	Ж/д транспорт			Автомобильный транспорт		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Центральный округ	20,86	21,79	21,96	1267,77	1153,70	1124,02
Северо-Западный округ	20,37	21,28	21,33	412,10	399,41	394,52
Южный округ	13,36	13,19	13,63	394,39	388,22	377,01
Северо-Кавказский округ	2,75	3,02	3,70	467,96	459,24	445,19
Приволжский округ	21,34	22,42	20,94	1026,63	1001,42	989,22
Уральский округ	14,81	15,15	15,84	413,15	419,19	424,48
Сибирский округ	7,30	7,42	7,34	871,79	849,83	858,09
Дальневосточный округ	38,19	38,64	41,31	283,33	277,87	272,45

Составлено автором на основе данных [1].

Самые высокие объемы выбросов от автотранспорта по УрФО сосредоточены в Свердловской области [3].

Основным загрязнением являются выбросы оксидов азота (NO_x) и углеводородов (СО) в атмосферу (табл. 2). Эти ЗВ не только негативно влияют на качество воздуха, но и являются источником формирования вторичных загрязнений – озона (O_3) и твердых аэрозолей (PM_{10} и $\text{PM}_{2,5}$). По оценке регионального оператора по экологической безопасности, в Свердловской области выбросы поступают преимущественно на автомобильных дорогах [5].

Кроме проблемы загрязнения атмосферного воздуха, в Свердловской области также существует проблема шума и вибрации от транспорта, которая оказывает влияние на здоровье и комфорт жизни проживающих рядом со скоростными трассами и автодорогами.

Объемы выбросов основных ЗВ от автотранспорта, тыс. т

ЗВ	Курганская область	Свердловская область	Тюменская область	Челябинская область	Ханты-Мансийский АО	Ямало-Ненецкий АО
SO ₂	0,230	1,289	0,469	0,902	0,819	0,289
NO _x	5,918	29,567	9,550	19,957	19,131	7,158
ЛОСНМ	2,099	11,902	3,253	8,637	5,045	1,485
CO	20,030	103,995	30,527	77,908	43,866	11,341
C	0,151	0,887	0,251	0,613	0,572	0,202
NH ₃	0,313	1,807	0,660	1,371	0,741	0,198
CH ₄	0,154	0,520	0,123	0,186	0,199	0,168
Всего	28,895	149,966	44,830	109,574	70,371	20,839

Составлено автором на основе данных [1].

Шум и вибрация также могут повлиять на животный мир в окружающей среде. Автомагистрали являются основным источником шума. Уровень шума и наиболее массовое движение транспорта вблизи жилых домов, расположенных неподалеку от автотранспортных магистралей, достигают 75–80 дБА (на 20–25 дБА выше ПДУ). Уровни шума в жилых кварталах, вблизи школ и лечебно-профилактических учреждений превышают ПДУ до 10–15 дБА [6].

Транспорт оказывает влияние на качество вод, особенно при утечках топлива из транспортных средств и загрязнении водоемов из-за отходов транспортных средств и дорожных работ. Главными загрязнителями водных ресурсов, связанными с автотранспортом, являются масла, топливо, и металлические частицы. Загрязнение вод автотранспортом может происходить разными способами. Например, при мойке автомобиля на улице может попадать много грязной воды в канализацию, которая в свою очередь попадает в реки и озера. Отработавшие очистные системы на автомобилях тоже могут выбрасывать загрязненную воду в окружающую среду.

Решение проблемы загрязнения природных ресурсов автотранспортом в Свердловской области может быть многогранным и включать в себя несколько мероприятий

1. Ужесточение правил экологической безопасности и нормативов по выбросам автотранспорта.

2. Создание сети городского и междугородного транспорта с использованием газового двигателя (топливо на метане сгорает полностью и не образует твердые частицы и золу) или электротранспорта (не образует выхлопных газов) может значительно снизить уровень вредных выбросов.

3. Развитие велосипедных и пеших маршрутов, что увеличит количество пешеходов и людей, использующих велосипеды.

4. Эффективный контроль за использованием грузовиков и транспортных средств в городских (граничных) зонах, через которые проходят реки и озера.

5. Построение специальных зон автомойки с мощными очистительными фильтрами, которые не допустят попадания загрязненной воды в канализацию.

6. Улучшение качества используемых бензинов и дизельных топлив.

7. Оптимизация размещения остановочных пунктов общественного транспорта.

8. Строительство автомобильных развязок, подземных переходов.

9. Широкое обучение населения экологическому образу жизни с частыми информационными кампаниями.

10. Повышение экологической ответственности автопроизводителей.

11. Создание системы запрета на въезд для устаревших автомобилей.

Все вышеперечисленные меры могут привести к снижению загрязнений природных ресурсов автотранспортом в Свердловской области.

Транспорт является неотъемлемой частью современной жизни, но его эксплуатация без изменения технологий автомобилестроения и качества используемых топлив оказывает негативное влияние на окружающую среду. В Свердловской области, как и во многих регионах, основными экологическими проблемами, связанными с эксплуатацией автотранспорта являются загрязнение атмосферного воздуха, шум и вибрация, а также влияние на качество вод. Для решения этих проблем необходимо повышать уровень экологичности транспортных средств, наращивать долю общественного транспорта в общей структуре транспортных средств, а также совершенствовать транспортную инфраструктуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://2021.ecology-gosdoklad.ru/doklad/atmosfernyy-vozduh/vybrosy-zagryaznyayuschih-veschestv/> (дата обращения: 19.03.2023).
2. Области России с наибольшим количеством выбросов от машин. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dzen.ru/a/YMm-blNTBwDNUX-Y> (дата обращения: 19.03.2023).
3. Рейтинг загрязненных городов Свердловской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://topreytings.ru/rejting-zagryaznennykh-gorodov-sverdlovskoy-oblasti/> (дата обращения: 18.03.2023)
4. Характеристика качества атмосферного воздуха в городах Свердловской области в 2020 году. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mprso.midural.ru/article/show/id/10063> (дата обращения: 19.03.2023).
5. Министерство транспорта и дорожного хозяйства Свердловской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mtrans.midural.ru/news/show/id/873> (дата обращения: 19.03.2023).
6. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.66.rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/id/185449 (дата обращения: 18.03.2023).
7. Доклад «О состоянии окружающей среды в г. Екатеринбурге». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ura.news/specials/eco-sverdlovsk#ecoproject> (дата обращения: 19.03.2023).

A. A. Davletbaeva,
Research supervisor: E. R. Magaril,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

GEOECOLOGICAL IMPACT OF TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT ON THE EXAMPLE OF THE SVERDLOVSK REGION

К. В. Ермакова., Т. М. Сабирова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНОГО ИЛА НА АДСОРБЦИОННУЮ ДООЧИСТКУ СТОЧНЫХ ВОД

The influence of suspended solids of activated sludge on adsorption pretreatment of biochemically treated wastewater from coke-chemical production was investigated. It is established that for effective and economically feasible pre-treatment of wastewater from the residual content of organic impurities by activated carbon requires preliminary deep removal of suspended solids.

Введение

Одним из нормируемых показателей биохимочищенных сточных вод (СВ) коксохимического производства (КХП) является бихроматная окисляемость (ХПК), характеризующая общую загрязненность СВ органическими загрязнителями. Несмотря на глубокую биологическую очистку СВ в режиме нитри-денитрификации, ХПК очищенных СВ остается в пределах 250–450 мгО₂/л, что значительно выше нормативного уровня 50–100 мгО₂/л, установленного для ряда КХП.

Как установлено, причиной высокого остаточного ХПК являются промежуточные и конечные продукты ферментативных реакций, пигменты, фолиевые и гуминовые кислоты, продукты частичного окисления высокомолекулярных загрязнителей СВ КХП и др.

Для решения этой проблемы апробированы различные физико-химические способы, однако до настоящего времени поиск оптимального способа снижения ХПК СВ остается актуальной задачей.

Цель, предмет, объект и задачи исследований

Целью данной работы была оценка возможности исключения стадии глубокого удаления из биохимочищенных СВ КХП взвешенных веществ, обусловленных активным илом, перед обработкой СВ активированным углем для снижения их ХПК до нормы.

Предметом исследования были биохимочищенные СВ КХП, очищенные в двухступенчатом режиме (без нитри-денитрификации), отобранные после

вторичного отстойника, обеспечивающего двухчасовое отстаивание СВ перед сбросом на городские очистные сооружения (ГОС). ХПК СВ 450 мгО₂/л.

Объектом исследования настоящей работы был адсорбционный способ доочистки биохимочищенных сточных вод КХП [1] с использованием двух марок активированных углей (АУ):

- гранулированного активированного угля (ГАУ) известной промышленной марки АГ-3;

- активированного кокса (АК), полученного в лабораторных условиях на основе добавки коксующей (ДК) и активирующего агента – гидроксида калия.

Несмотря на отстаивание, остаточное содержание тонкодисперсных частиц активного ила в биохимочищенной СВ остается в пределах от 50 до 200 мг/л, что оказывает существенное влияние на ХПК СВ [2]. Удаление взвешенных веществ такой природы представляет собой непростую задачу, решение которой приводит к существенному удорожанию технологии очистки.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- подбор доз и оценка эффективности двух указанных видов активированных углей для снижения ХПК СВ до нормативного уровня;

- оценка влияния различного содержания взвешенных веществ активного ила на ХПК СВ и расход исследуемых активных углей;

- сравнение адсорбционной способности исследуемых активированных углей.

Методика и результаты исследований

Все эксперименты проводили в двух параллелях (повторяли дважды).

В 6 конических колб объемом 250 мл помещали по 100 мл СВ КХП с концентрацией взвешенных веществ активного ила 0, 10, 25, 50, 75 и 100 мг/л. Далее во все колбы добавляли ГАУ марки АГ-3 в количестве 200 мг (2г/л).

Проведение эксперимента с АК отличалось только его дозой – 55 мг (0,55 г/л), добавленной во все 6 колб со СВ. Более низкая доза данного адсорбента была использована в экспериментах в связи с известными данными о его высокой сорбционной эффективности.

Перемешивание СВ с исследуемыми адсорбентами проводили в течение 5 минут, затем пробы отстаивали 15 минут и отфильтровали от осадка (режим адсорбционной очистки был предварительно отработан). Фильтрат использовали для определения бихроматной окисляемости (ХПК) двухчасовым кипячением [3].

Кроме ХПК в фильтратах СВ, обработанных адсорбентами, а также в исходной СВ, определяли содержание общих фенолов, аммонийного азота и нитритов по общеизвестным аттестованным методикам (ПНД и Ф). Следует отметить, что определение неорганических соединений (нитритов и аммонийного азота) было признано целесообразным с учетом специфики эксперимента, обусловленного содержанием в СВ взвешенных веществ.

Результаты экспериментов по влиянию содержания взвешенных веществ на ХПК биохимочищенных СВ при использовании одной и той же дозы АУ: для ГАУ – 2 г/л; для АК – 0,55 г/л, приведены на графиках рис.

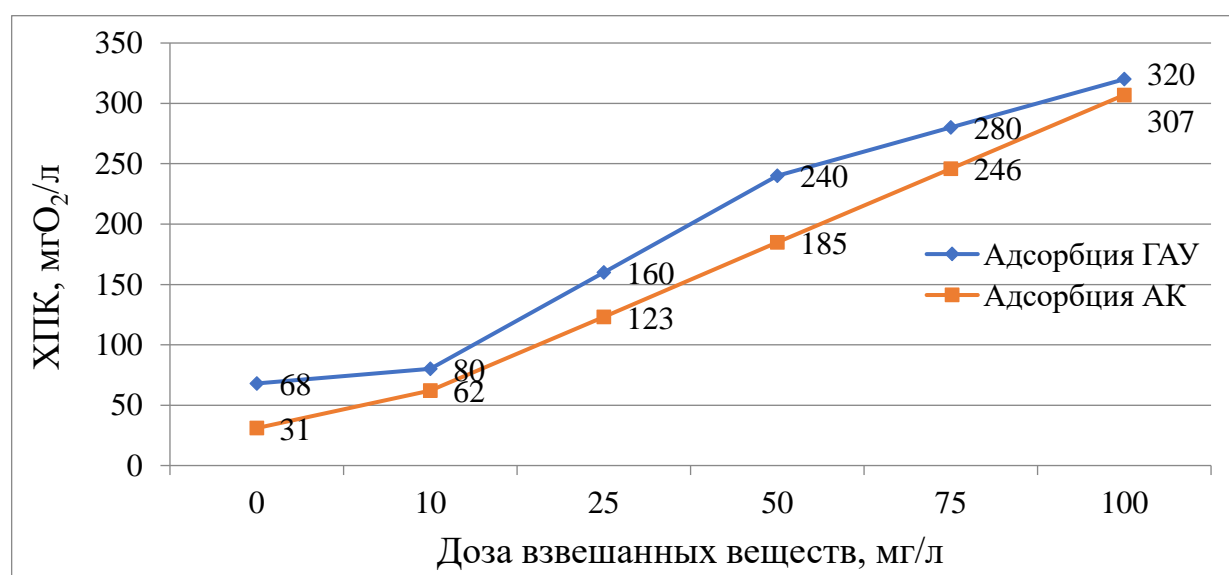


Рис. Влияние содержания взвешенных веществ на снижение ХПК

Из представленных графиков видно, что содержание в биохимочищенной СВ активного ила в пределах от 10 до 100 мг/л существенно снижает сорбционную способность исследованных активных углей. Так, при снижении содержания взвешенных веществ в пробах СВ со 100 мг/л до 0 мг/л, их ХПК за

счет обработки АК и ГАУ уменьшилось, соответственно, на 276 мгО₂/л и 252 мгО₂/л. То есть в среднем содержание каждых 25 мг взвешенных веществ активного ила увеличивает ХПК на 50 мгО₂/л.

С точки зрения расхода и эффективности адсорбентов установлено, что расход АК для достижения ХПК СВ до нормативного уровня (не более 100 мг/л), составил почти в 4 раза (на 70 %) меньше. В процессе эксперимента также было установлено, что устранение цветности СВ КХП обеспечивает только тонкодисперсный АК, даже при самой высокой концентрации взвешенных веществ 100 мг/л.

При оценке влияния АУ на остаточное содержание других загрязнителей СВ было показано, что удаление фенолов до уровня ПДК (0,001 мг/л) достигается только при минимальной концентрации взвешенных веществ в СВ для обоих сорбентов. Нитритов в воде не обнаружено. На содержание аммонийного азота обработка СВ обоими адсорбентами, как и следовало ожидать, не повлияла, его содержание осталось на уровне исходного 300 мг/л во всех образцах СВ.

Выводы:

1) доказано, что присутствие взвешенных веществ активного ила в биохимочищенной СВ приводит к очень значительному снижению сорбционной способности активированных углей, то есть целесообразно предварительное удаление взвешенных веществ перед добавкой адсорбента для снижения ХПК;

2) установлено, что сорбционная способность АК, то есть его расход для обеспечения близкого с ГАУ эффекта снижения ХПК, почти в 4 раза ниже.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сабирова, Т. М., Неволина, И. В. О факторах, влияющих на бихроматную окисляемость (ХПК) биохимически очищенных сточных вод коксохимического производства // Кокс и химия. – 2017. – № 6. – С. 43–48.

2. Сабирова, Т. М., Неволлина, И. В. Экспериментальная оценка и анализ способов подготовки биохимочищенных сточных вод коксохимического производства к утилизации // Кокс и химия. – 2017. – № 4. – С. 27–39.

3. ПНД Ф 14.1:2.100-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. – М.:2004.

K. V. Ermakova, T. M. Sabirova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**INFLUENCE OF RESIDUAL ACTIVATED SLUDGE CONTENT ON
ADSORPTION ADDITIONAL CLEANING OF WASTEWATER**

Н. А. Заменин, Л. Л. Абржина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

This article examines the environmental problems of oil production and transportation. The main causes and sources of pollution have been identified, starting from the process of developing oil and gas fields to their transportation to the consumer, as well as possible methods and ways to solve these problems.

Загрязнение экосистемы нефтью становится следствием развития промышленности и частых природных выбросов. В естественной среде она просачивается сквозь трещины в дне океана, попадает в водоемы с разрушающимися горными породами. Выбросы происходят в областях с нефтегазовыми бассейнами, где ведется добыча.

Негативное воздействие на экологию, в первую очередь, связано с ошибками, которые допускаются при добыче нефти и при отсутствии должного контроля над производственным процессом. В ходе бурения скважин, прокладки трубопроводов, сжигания мазута, в результате аварий на танкерах и т. д., часть нефти выходит на поверхность земли и разливается. Для установки бурильного оборудования вырубаются гектары лесов, из-за чего экосистема меняется кардинальным образом. Площадка заполняется строительными материалами, отходами, продуктами жизнедеятельности, спецтехникой, что также негативно сказывается на окружающей среде. Следует также отметить, что откачивание нефти из недр приводит к перемещению грунтовых слоев.

По данным некоторых исследований доля разных видов загрязнителей окружающей среды, возникающих при добыче, сборе и переработке нефти, неодинакова:

- 30 % загрязнений происходят при транспортировке нефти;
- 0,3 % – при операциях по добыче;
- 4,9 % – вследствие аварий при перевозках судами;
- 2 % – в результате аварий на нефтедобывающих заводах;
- 3,5 % – отходы после очистки сырца;

- 9,8 % – выбросы техникой в атмосферу;
- 9,8 % – городские и промышленные отходы.

Таким образом, доля учтенных загрязнений составляет 60,3 %. При этом не установлено, провоцирует ли остальные 39,7 % загрязнений человек или это происходит по воле природы [1].

Особняком в нефтеперерабатывающей отрасли стоят аварии на производстве, которые по своим последствиям для экологии превосходят остальные виды загрязнений.

Обратимся к анализу аварийности за период 2017–2021 год, в котором рассмотрены основные технические и организационные причины таких аварий. В ходе анализа было выявлено, что за отведенный период произошло порядка 260 аварий. Общая статистика аварий на объектах нефтегазовой отрасли за 2017 – 2021 год представлена на рис. 1 [2].



Рис. 1. Статистика аварий на объектах нефтегазовой отрасли за 2017–2021 год.

Для снижения негативных последствий при добыче, сборе и переработки нефти профильные предприятия должны соблюдать определенные принципы работы.

Основными из них являются:

- добыча нефти разрешается только при условии использования сопутствующего природного газа в народном хозяйстве;
- обязательно проведение гидродинамических, промысловых, геофизических исследований и измерений;
- устье скважин требуется оборудовать таким образом, чтобы не допустить выброс и фонтанирование нефти и газа;
- дальнейшая разработка скважин с дефектами (разгерметизацией, нарушением фланцевых соединений и т. п.) запрещена;
- при интенсивной добыче нефти необходимо постоянно контролировать допустимый перепад давления на перемычке;
- мероприятия по охране окружающей среды должны во многом носить профилактический характер, направленный на предотвращение загрязнений вод (поверхностных и подземных), воздуха. Для этого требуется утилизировать промысловые воды методом закачки в поглощающие пласты [3].

Многие российские компании озабочены состоянием окружающей среды и разрабатывают дополнительные программы для повышения экологической безопасности своей деятельности.

Лидер по числу производственных объектов, способных повлиять на гидросферу – ПАО «Транснефть». Компания эксплуатирует больше 1500 подводных переходов общей протяженностью свыше 3000 километров. Визитной карточкой «Транснефти» в ее экологической службе называют полигоны аквакультуры, где осуществляется использование морской биоты в качестве индикаторов экологического благополучия водных экосистем. Основная функция таких полигонов – комплексная оценка воздействия производственной деятельности на морские акватории.

«ЛУКОЙЛ» реализует аналогичную программу на своих концессионных участках в Каспийском море, где также природные организмы служат индикаторами состояния окружающей среды.

Еще одним направлением сохранения экологической стабильности является реализация мероприятий по восстановлению водных биологических ресурсов, в основном рыбы. Во всех регионах присутствия объектов «Транснефти» осуществляются ежегодные мероприятия по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов, в рамках которых в реки, моря и озера выпускается молодь рыб, в том числе ценных пород. За период с 2017 по 2022 годы в водоемы было выпущено более 31 млн мальков.

Подобные программы широко распространены среди российских компаний, большинство из которых регулярно отчитывается о пополнении популяций водных обитателей.

Технологии защиты окружающей среды от нефтепродуктов не стоят на месте. Примером могут служить очистные сооружения. «Транснефть» изучает технологии очистки сточных вод с 2014 года. В этом направлении уже выполнено девять научно-исследовательских работ и еще две находятся в стадии выполнения.

Огромную роль в современном мире приобретает разработка технологий локализации и ликвидации разливов нефти. В рамках этих исследований для проведения рекультивационных работ разработаны биопрепарат «Севсорб» и торфоминеральный самоутилизирующийся биосорбент «*Biteoil*», технологии их применения для очистки водных объектов и земель от нефти/нефтепродуктов в летний и зимний периоды при различных климатических условиях, масштабах загрязнения и сезонности работ.

Широкое обсуждение получил вопрос сокращения углеродного следа. Лидером в этом направлении является «ЛУКОЙЛ», который первым, еще в 2017 году, достиг поставленной правительством цели довести уровень полезного использования ПНГ до 95 % (95,2 % по российским организациям группы).

Важно помнить о возможных рисках еще на этапе планирования деятельности любого предприятия, признавая важность учета рисков, связанных с изменением климата. Основные мероприятия по противодействию процессам изменения климата касаются повышения энергоэффективности, сокращения

объемов выбросов парниковых газов. В частности, результатом проводимой в «Транснефти» программы энергосбережения, с 2016 по 2021 год количество выбросов парниковых газов снизилось на 32 %.

Имиджевые вопросы экологических проектов, некоторые из которых не имеют прямого отношения к деятельности компаний, также приобретают все большее значение [4].

Из всего выше сказанного следует выделить необходимость программ по сохранению окружающей среды, что является консенсусом среди компаний нефтегазового сектора РФ. Можно констатировать, что в области охраны окружающей среды российские компании нефтегазового сектора являются одними из мировых лидеров.

Мировые компании в такой важной сфере непременно должны следить за экологической составляющей своего бизнеса и быть открытыми для всего мирового сообщества. На рисунке 2 приведены результаты рейтинга 2021 года, в котором участвовала 21 российская компания.

Россия		Russia	
Итоговое место Final Position	Компания Company	Итоговый балл Final Score	Изменение по рейтингу Change Y0Y
1	Татнефть / Tatneft	1,847	+1 ▲
2	Зарубежнефть / Zarubezhneft	1,769	-1 ▼
3	Сахалинская Энергия / Sakhalin Energy	1,745	+1 ▲
4	Сургутнефтегаз / Surgutneftegas	1,738	-1 ▼
5	ЛУКОЙЛ / LUKOIL	1,720	+3 ▲
6	СИБУР Холдинг / SIBUR Holding	1,704	+1 ▲
7	Салым Петролеум Девелопмент / Salyu Petroleum Development	1,668	-2 ▼
8	Иркутская нефтяная компания (ИНК) / Irkutsk Oil Company (INK)	1,666	+1 ▲
9	НОВАТЭК / NOVATEK	1,490	+3 ▲
10	Газпром / Gazprom	1,453	-4 ▼
11	Роснефть / Rosneft	1,125	0 —
12	Сладковско-Заречное / Sladkovsko-Zarechnoe	0,875	+3 ▲
13	КТК-Р / CPC-R	0,830	+3 ▲
14	Нефтиса / Neftisa	0,290	+3 ▲
15	Томскнефть ВНК / Tomskneft VNK	0,215	+7 ▲
16-17	РуссНефть / RussNeft	0,178	+3 ▲
16-17	Транснефть / Transneft	0,178	-3 ▼
18	Газпромнефть / Gazprom Neft	0,098	-8 ▼
19-20	Арктикгаз / Arctic Gas	0,074	+1 ▲
19-20	ННК / NNK	0,074	+1 ▲
21	Славнефть / Slavneft	0,030	-3 ▼

Рис. 2. Рейтинг открытости экологической информации нефтегазовых компаний.

Позиция в списке присуждалась после оценки уровня воздействия на окружающую среду, степени открытости и доступности экологически значимой информации, качества экологического менеджмента с учетом лучших мировых практик, эффективности использования полезных ископаемых. Кроме того, эксперты проанализировали так называемую динамику среднеотраслевых показателей, в перечень которых входят удельное потребление воды, загрязнение земель, доля утилизированных и обезвреженных отходов, коэффициенты утилизации попутного нефтяного газа, удельные выбросы парниковых газов [5].

Подводя итог, стоит отметить, что важно создавать эффективные системы управления экологической безопасностью на предприятиях нефтегазовой промышленности, так как обеспечение экологической безопасности является неотъемлемой частью чистого будущего для всей планеты и для этого каждая компания должна начать именно с осуществления безопасности собственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт «Разные способы». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://molotokrus.ru/neft-sposoby-zaschity-okruzhayuschey-sredy/> (дата обращения: 15.04.2022).

2. Уроки, извлеченные из аварий // Ростехнадзор: [сайт]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/> (дата обращения: 15.04.2022).

3. Современная научно-технологическая академия (СНТА). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.snta.ru/press-center/ekologicheskie-problemy-neftyanoj-promyshlennosti/> (дата обращения: 15.04.2022).

4. ИРТТЭК. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://irttek.ru/research/ekologicheskie-programmy-kompaniy-neftegazovogo-sektora-rf-tekushchee-sostoyanie-i-problemy.html> (дата обращения: 15.04.2022).

5. Рейтинг открытости экологической информации нефтегазовых компаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [Rating_2022_katalog_web_links_pgs.p](#) (дата обращения: 15.04.2022).

N. A. Zamenin, L. L. Abrzhina,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**ENVIRONMENTAL SAFETY AT OIL AND GAS INDUSTRY
ENTERPRISES**

М. В. Иванов,
Научный руководитель: И. В. Рукавишникова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС АРКТИКИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ РЕГИОНА

The Arctic is an important strategic region of Russia in terms of energy resources. The article will tell about the consequences of the arrival of oil and gas companies in the region.

Арктика – это особый физико-географический район Земли, примыкающий к Северному полюсу и включающий окраины материков Евразии и Северной Америки.

Арктический регион привлекателен для нефтегазовых компаний, так как освоение новых месторождений обеспечивает сохранение и рост прибыли, повышение конкурентоспособности.

Несмотря на относительно маленькую площадь поверхности (6 % от мировой), Арктика, по оценке специалистов, может таить в себе до 20 % мировых запасов нефти и природного газа. На рисунке отражено распределение энергоресурсов Арктики по странам [1].

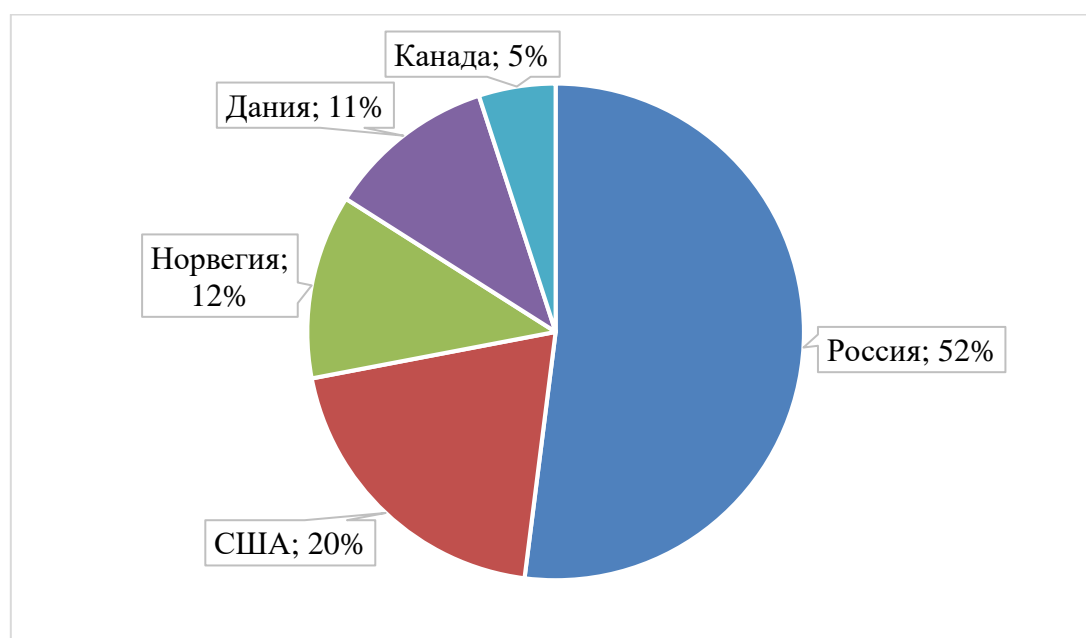


Рис. Доля владения потенциальными энергоресурсами Арктики

России принадлежит абсолютное большинство запасов нефти и газа в этой местности, что свидетельствует об огромном потенциале развития российской нефтегазодобывающей отрасли в Арктическом регионе.

Таблица демонстрирует запасы нефти и газа различных российских компаний в Арктике. Значения учитывают в себе как реализуемые, так и запланированные проекты.

Таблица

Нефтегазовые запасы российских компаний в Арктике

	Запасы, млн т нефти	Запасы, млрд куб. м газа
ПАО «НК «Роснефть»	1691	2687
ПАО «Газпром»	-	11224,6
ПАО «Газпромнефть»	-	5638,4
ПАО «НОВАТЭК»	-	3697,6
ПАО «Лукойл»	234	640,5
Итого	1925	23888,1

Составлено автором на основе данных [2].

В 2020 году суммарная добыча газа в Российской Федерации составила 692,9 млрд м³ [3]. Таким образом, существующие месторождения в Арктике уже могут обеспечить тот же уровень добычи газа на 34 года.

СССР не ставил перед собой задачу по сохранению местной флоры и фауны. Были построены военные базы, аэродромы, рудники и многое другое. Но с распадом Советского Союза все это было брошено вместе с оборудованием и отходами. Например, по некоторым оценкам, в Арктике брошено до 12 млн металлических бочек, наполненных горюче-смазочными материалами. Это наносит колоссальный урон северным экосистемам, восстановление которых займет очень длительное время [4]. Все это называется накопленным вредом окружающей среде, то есть, возникшим в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме. [5]

Российские нефтегазовые компании пришедшие в регион осознают, что новый этап освоения природных ресурсов Арктики должен вестись совершенно по другим правилам. Вот лишь некоторые меры, которые отныне применяются при добыче нефти и газа:

- постоянный экологический мониторинг;
- утилизация промышленных отходов и мусора;
- установка рыбозащитных устройств вокруг нефтедобывающих платформ;
- присутствие бригад МЧС, ликвидирующих утечки.

Зарабатывая на Арктике, компании делают огромные денежные вложения в восстановление окружающей среды региона. Они утилизируют советские отходы, очищают воды, ведут рекультивацию нарушенных земель.

Компания «Роснефть» пошла еще дальше и взяла под усиленное наблюдение четыре вида – белого медведя, атлантического моржа, белую чайку и северного оленя. Считается, что эти животные лучшие индикаторы биологического состояния региона [6].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что присутствие в Арктике нефтегазодобывающих компаний положительно влияет на экологическую ситуацию. Бережное и ответственное отношение к региону в скором времени позволит увидеть его свободным от мусора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Публикация Ernst & Young «Arctic oil and gas» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2013/09/Arctic_oil_and_gas.pdf (дата обращения: 20.03.2023).

2. Нефть и газ в Арктике. На краю земли воздуха. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dprom.online/oilngas/neft-i-gaz-v-arktike-na-krayu-zemli/> (дата обращения: 20.03.2023).

3. Министерство энергетики РФ (официальный сайт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1215> (дата обращения: 20.03.2023).

4. Экологические проблемы российской Арктики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://goarctic.ru/society/ekologicheskie-problemy-rossiyskoj-arktiki/> (дата обращения: 20.03.2023).

5. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7- ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 10.04.2023).

6. Инвестиционный портал Арктической зоны России (официальный сайт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://arctic-russia.ru/article/kristalnaya-prozrachnost-ekologiya-arktiki-balans-mezhdu-zashchitoy-i-osvoeniem/> (дата обращения: 20.03.2023).

M. V. Ivanov,
Research supervisor: I. V. Rukavishnikova
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**THE OIL AND GAS COMPLEX OF THE ARCTIC AND ITS IMPACT
ON THE ECOLOGY OF THE REGION**

В. В. Романенко, Д. Е. Ильиных, А. В. Малявин, К. В. Петухов, М. В. Волкова, К. Н. Пестов,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОЧИСТКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

The team of authors is developing a waste-free technology for cleaning industrial wastewater using freshwater plants/algae. The used plants are disposed of to produce bioethanol, Given that the industrial effluents at each plant are individual, then the selection of species of freshwater plants / algae, their concentration is also individual. It is most convenient to use a device that allows you to simulate the process. The developed experimental setup for modeling the process of industrial wastewater treatment by the bioplato method is presented in this paper.

Идея использовать пресноводные растения/водоросли для снижения антропогенного воздействия ТЭЦ и ТЭС не нова. Авторы исследования продвигают идею о том, что между углеродным и «зеленым» топливом будущего должно быть переходное звено [1]. Использованные для очистки водоросли, вместо гниения на свалках вполне можно отправить на переработку для получения биоэтанола. Именно идея создания безотходного способа очистки привлекла представителей одного из заводов Свердловской области. Правда, для разработки для снижения промышленных стоков.

На сегодняшний день существует большое количество способов очистки промышленных стоков. Наиболее известный из них и широко применяемый это способ с использованием «активного ила». Он представляет собой комплекс из бактерий, простейших и многоклеточных организмов. Однако, многие заводы и предприятия практикуют сброс промышленных стоков в реку, поскольку использование способа «активного ила» для очистки не целесообразно по нескольким причинам.

1. Высокая вероятность попадания активного ила в открытый водоем.
2. Требуется строительство дополнительных прудов отстойников.
3. Большая продолжительность процесса во времени.
4. Необходимость регулярной очистки прудов отстойников и вопросы по дальнейшему захоронению отходов.
5. Ограниченность применения способа «активного ила». Он используется только при очистке от органических загрязнений ХПК, БПК и биогенных

веществ – азота и фосфора.

Для увеличения эффективности очистки промышленных стоков необходим другой, более действенный способ, которым может стать использование пресноводных растений/водорослей в качестве биоплато [2]. Выбор способа обоснован следующими аспектами.

С точки зрения экологии

1. Водоросли достаточно быстро растут, они не несут опасности, даже если частично попадут в открытый водоем.

2. Водоросли способны поглотить и накапливать как органические вещества, так и неорганические [3], что существенно повышает спектр их применения по сравнению с «активным илом».

С точки зрения экономики

При использовании пресноводных растений / водорослей нет необходимости строить специальные ванны, как при использовании «Активного ила». Кроме того, нет необходимости в дополнительных устройствах для предотвращения попадания в окружающую среду.

Необходимо отметить, что каждый завод в силу технологий имеет только ему присущие выбросы – состав, процентное содержание химикатов. Исследования по поглощению пресноводными растениями/водорослями химических элементов их стоков много, но то, что эффективно для одного завода, мало эффективно для другого [4].

При проведении исследований, проводимых авторами статьи для одного из заводов Свердловской области, возникли трудности в оценке эффективности различных видов водорослей.

Для этого было разработано и собрано устройство, позволяющее моделировать процесс работы биоплато для конкретного производства.

Установка позволяет моделировать процесс очистки в зависимости от глубины произрастания водорослей, скорости протекания жидкости, освещенности. Предусмотрены два вида соединений: параллельное – для отдельного изучения эффективности поглощения химических элементов

различными видами водорослей и подбору их концентрации, и последовательное соединение – для оценки эффективности очистки.

Установка состоит из четырех емкостей и единого насоса. Каждая емкость подключена к насосу шлангами. Насос отвечает за подачу воды в емкости и обеспечивает циркуляцию воды между ними. Так же, на случай не штатной ситуации, во избежание перелива какой-либо из емкостей, устанавливаются сифоны, которые выравнивают воду во всех емкостях по закону сообщающихся сосудов. Это обеспечивает постоянную циркуляцию воды между емкостями и поддержание определенного уровня воды в каждой из них.

Для снятия показаний сделан специальный блок (рис.), расположенный на мини плоту. С помощью датчиков происходит снятие показаний температуры, солености стока и водородного показателя. Блок может работать автономно осуществляя удаленный мониторинг и управление работой установок, или в ручном режиме. Данные устройства позволяют осуществлять наблюдение за работой установок и управление их параметрами с помощью специального программного обеспечения и удаленного доступа к установкам через интернет или другие сети связи.

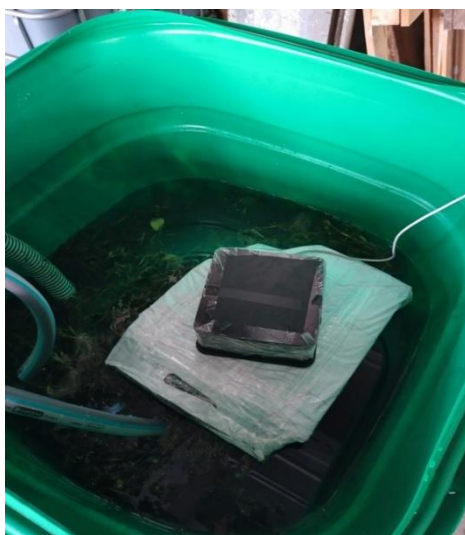


Рис.1. Считывающий блок

Таким образом, моделируя процесс очистки промышленного стока предприятия, можно подобрать для конкретного производства наиболее эффективную концентрацию и вариацию водорослей для биоплата [5].

К сожалению, полученные конкретные данные по изучению поглощательной способности пресноводных растений/водорослей не могут быть приведены по причине коммерческой тайны, однако полученные результаты с помощью установки для моделирования процесса очистки промышленных стоков, будут проверены в ходе натурного эксперимента на очистных прудках завода уже в этом году.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова, М. В., Климов, К. К., Любомудров, Б. Э., Сарапулова, А. С., Велькин, В. В. Разработка концепции экологически чистых ТЭЦ и ТЭС с активным использованием фотосинтетических процессов // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2020. – 25–27 (347–349). – С. 184–192.

2. Чистка водоемов от щелочных и тяжелых металлов с помощью высших водных растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://studwood.net/554325/ekologiya/chistka_vodoevov_schelochnyh_tyazhelyh_metallov_pomoschyu_vysshih_vodnyh_rasteniy (дата обращения: 04.04.2023).

3. Baudhdh, A. K., Korstad, J. Phycoremediation: Use of Algae to Sequester Heavy Metals // Hydrobiology. – 2022. – 1. – С. 288–303. doi.org/10.3390/hydrobiology1030021. – Режим доступа : <https://www.mdpi.com/journal/hydrobiolog>.

4. Елизарьева, Е. Н., Янбаев, Ю. А., Кулагин, А. Ю. Растения для фиторемедиации воды, загрязненной тяжелыми металлами // Вестник Оренбургского государственного университета. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/publisher/n/federalnoe-gosudarstvennoe-byudzhethnoe-obrazovatelnoe-uchrezhdenie-vysshego-obrazovaniya-orenburgskiy-gosudarstvennyu-universitet> (дата обращения: 04.04.2023).

5. Зайнутдинова, Э. М., Ягафарова, Г. Г. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием водных растений// Башкирский химический журнал. – 2013. – Т. 20. – № 3. – С. 150–151

V. V. Romanenko, D. E. Ilinykh, A. V. Malyavin, K. V. Petukhov,
M. V. Volkova, K. N. Pestov,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

SIMULATION IN INDUSTRIAL WASTE TREATMENT

Е. О. Сторожева, А. В. Румянцева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

АНАЛИЗ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

The article deals with the problems of wastewater in the Russian Federation. The authors analyzed wastewater by years, by type of water body, by type of pollutants and by type of economic activity. Proposed measures to reduce the discharge of polluted wastewater.

В последние годы проблема сточных вод приобретает все большую остроту и актуальность во всем мире, в том числе и в Российской Федерации. В процессе хозяйственной деятельности современное общество потребляет большое количество воды, значительная часть которой в результате становится загрязненной самыми различными веществами. При их попадании в окружающую среду наносится огромный ущерб экологии, и поэтому они подлежат обязательной очистке.

Основным элементом использования воды являются сброс сточных вод. Это крупнейший по своим масштабам и сильнейший по интенсивности фактор антропогенного воздействия.

Основные показатели использования воды, а именно сброс сточных вод по Российской Федерации за период 2019–2021 годы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика основных показателей использования воды (сброс сточных вод) в целом по Российской Федерации за 2019–2021 годы, млн м³

Год	Сброшено сточных вод в поверхностные водные объекты			
	Всего	В т. ч.		
		Нормативно очищенных	Загрязненных	
	Всего		Из них без очистки	
2019	37666,6	2187,1	12599,9	2313,7
2020	34232,6	2690,9	11678,4	1912,9
2021	35539,8	2959,8	11579,8	1986,4

Составлено авторами по [1, 2, 3].

Объем сточных вод, сбрасываемых в природные поверхностные воды Российской Федерации, за трехлетний период сократился на 2126,8 млн м³, или

на 5,6 %. В тоже время произошло увеличение нормативно очищенных вод в 2021 году на 772,7 млн м³, что составило 35,3 %. Количество загрязненных вод уменьшилось на 1020,1 млн м³, однако остается до сих пор достаточно высокой величиной.

Объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты представлен в таблице 2. Наибольший объем сброса сточных вод произошел в такие объекты как Каспийское, Азовское и Карское моря.

Таблица 2

Объем сброса сточных вод за период 2019–2021 годы в поверхностные водные объекты, млн м³

Наименование водного объекта	Сброшено сточных вод в водные объекты		
	2019	2020	2021
Каспийское море	12190,39	11163,0	11815,4
Азовское море	6312,11	5008,4	6878,6
Карское море	7521,14	7122,8	6858,2
Балтийское море	6431,02	5760,4	4912,9
Белое море	969,66	967,8	962,5
Охотское море	238,16	245,02	227,6
Черное море	467,76	441,61	495,2
Баренцево море	361,42	355,41	357,6
Море Лаптевых	757,77	726,27	706,7
Итого	23059,04	20027,28	26108,05

Составлено авторами по [1, 2, 3].

Исходя из данной таблицы видно, что произошло увеличение сброса сточных вод в поверхностные водные объекты в 2021 году на 12 %.

В 2021 году случаи экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации отмечались на 137 водных объектах в 582 случаях и случаи высокого загрязнения (ВЗ) – на 281 водном объекте в 1684 случаях. По 29 загрязняющим веществам и 6 показателям качества воды (рН, АСПАВ, БПК₅, растворенному в воде кислороду, ХПК, запаху) уровень загрязнения превышал допустимые нормы. Это примерно на 10 % выше чем в 2020 году.

Суммарное количество случаев высокого загрязнения (ВЗ) и ЭВЗ достигло максимума за период 2019–2021 годы: отклонение годового значения показателя от среднего за 3 года составило 14 %. Как и в предыдущие годы, в 2021 году

максимальную нагрузку от загрязнения испытывали водные объекты бассейнов рек Волга и Обь, на долю которых приходилось 60 % всех случаев ВЗ и ЭВЗ [3].

Данные о сбросе загрязняющих веществ в составе сточных вод в поверхностные природные водоемы Российской Федерации за 2019–2021 года приведены в таблице 3. Анализ показал снижение сбросов по ряду веществ: сухой остаток 1319,1 тыс. т; бензол – 996,8 кг; нефть и нефтепродукты 483,2 т; калий – 11 935,9 т [1, 2, 3].

Таблица 3

Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в поверхностные природные водные объекты РФ за 2019–2021 гг.

Загрязняющие вещества	2019	2020	2021
ХПК, т	317573	327819	348232
БПК полный, т	136853	131010	134211
Сухой остаток, тыс. т	7665,7	6707,4	6346,6
Бензол, кг	1166,2	40,4	169,4
Взвешенные вещества, т	178435	176139	197533
Сульфат–анион (сульфаты) (SO ₄), тыс. т	1731,6	1696,8	4966,0
Нефть и нефтепродукты, т	2741,9	1451,4	2258,7
Лигносльфат аммония, т	700,8	701,0	1035,8
Калий (K ⁺), т	84899,7	59609,7	72963,8

Составлено авторами по [1, 2, 3].

Так же за рассматриваемый период произошло увеличение по некоторым показателям: ХПК – 30569 т; взвешенные вещества – 19098 т; сульфат–анион – 3234, 4 тыс. т.

Промышленные предприятия являются источником многих экологических проблем, в том числе связанных с утилизацией сточных вод. Технологические процессы производства большинства отраслей промышленности предполагают образование стоков, загрязненных самыми различными веществами. На сегодняшний день промышленное загрязнение сточных вод является одной из самых существенных угроз экологическому состоянию. Согласно действующему законодательству, промышленные предприятия должны в обязательном порядке использовать очистные сооружения, которые позволят исключить негативное влияние стоков. Однако это требование, к сожалению, далеко не всегда выполняется в полном объеме. Показатели загрязнений сбросов

промышленных объектов зачастую существенно превышают установленные нормативы. Как показывает практика, в большинстве случаев, это вызвано тем, что используются устаревшие как в моральном, так и в физическом отношении очистные сооружения, которые подлежат срочной реконструкции и модернизации.

В разрезе видов экономической деятельности наибольший объем сброса сточных вод в водоемы на 2021 года регистрируется по отрасли «Обрабатывающие производства» – 1 722,50 млн м³, что составило 48 % от общего объема, на втором месте «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» – 794,04 млн м³ (таблица 4).

Таблица 4

Динамика объема сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты по видам экономической деятельности за 2019–2021 гг., млн м³

Вид экономической деятельности	2019	2020	2021	Снижение сброса
Всего	4389,23	3664,84	3 578,52	810,71
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	679,78	479,77	614,52	65,26
Добыча полезных ископаемых	687,57	495,99	447,46	240,11
Обрабатывающие производства	2088,64	1877,31	1722,50	366,14
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	933,24	811,77	794,04	139,2

Составлено авторами по [1, 2, 3].

За рассматриваемый период отмечено общее снижение сброса сточных вод по всем видам экономической деятельности на 810,71 млн м³.

Наибольший вклад в сокращение объемов сброса сточных вод внесли, по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства», снижение составило 366,14 млн м³.

Контроль состава и свойств сточных вод, сбрасываемых промышленными предприятиями осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и их рационального использования для нужд народного хозяйства – одна из

наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. Одним из основных направлений работы по охране водных ресурсов является внедрение новых технологических процессов производства, специального оборудования, модернизация существующих систем, переход на замкнутые (бессточные) циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах.

Охрана водных ресурсов включает в себя комплекс мер по повышению рациональности использования водных ресурсов, защите водных объектов от загрязнения и истощения. Среди мероприятий по сокращению сброса сточных вод можно выделить следующие:

- модернизация существующих или строительство новых локальных очистных сооружений;
- очистка сточных вод объекта с использованием очистных сооружений, принадлежащих третьим лицам;
- создание систем оборотного водоснабжения;
- внедрение технологий производства, обеспечивающих снижение концентрации загрязняющих веществ в сточных водах;
- совершенствование законодательства в области очистки сточных вод;
- более частая периодичность отбора и анализа проб сточных вод.

Анализ сброса сточных вод показал, что значительный объем сточных вод остается загрязненными. Множество вредных загрязняющих веществ и химических реагентов попадают в среду обитания вместе со сточными водами. С каждым годом снижается количество доступной чистой питьевой воды. Необходимо принимать меры по уменьшению сброса загрязненных сточных вод и устранению существующих проблем в данной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды на территории Российской Федерации в 2021 году». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mnr.gov.ru/> (дата обращения: 09.04.2023).

2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды на территории Российской Федерации в 2020 году». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения: 02.04.2023).

3. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды на территории Российской Федерации в 2019 году». [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/proekt_gosudarstvennogo_doklada_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federat2019/ (дата обращения: 09.04.2023).

E. O. Storozheva, A. V. Rummyantseva,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

ANALYSIS OF WASTEWATER DISCHARGES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

А. А. Трофимова,
Научный руководитель: Е. Р. Магарил,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕГАЗА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

SF₆ has proven its excellent dielectric properties for the safe and secure operation of electrical equipment. Its only drawback is the very high global warming potential which casts a serious cloud over this substance when released into the atmosphere.

Высоковольтная техника начала свое развитие еще с прошлого века. Для изоляции и гашения дуги использовались различные вещества. Первым было масло, так как оно быстро отключало высокие токи, однако, его использование опасно с точки зрения пожароопасности, а также требует значительных затрат на обслуживание. Это побудило инженеров искать новые более эффективные способы изоляции, и в середине прошлого века были созданы элегазовые и вакуумные выключатели. Элегазовые выключатели быстро заменили масляные и воздушные выключатели, так как электротехнический газ обладает превосходными диэлектрическими свойствами для безопасной эксплуатации электрооборудования [1].

Несмотря на все преимущества элегаза спустя некоторое время эксплуатации оборудования может снизиться герметичность высоковольтных установок и в них может проникнуть влага. Взаимодействие влаги и тока может привести к появлению вредных примесей [2]. Например, может образоваться сернистый ангидрид (SO₂), который является опасным загрязнителем окружающей среды. Кроме того, при воздействии тока на SF₆ может образовываться различное количество фтористого кремния (SiF₄), который также является потенциально опасным для окружающей среды.

Поскольку, воздействие тока на SF₆ может привести к образованию различных продуктов, которые могут быть опасными для природы и человека, важно контролировать использование этого газа и принимать меры по его переработке и утилизации.

Благодаря очистке побочные продукты легко удаляются (рис. 1).

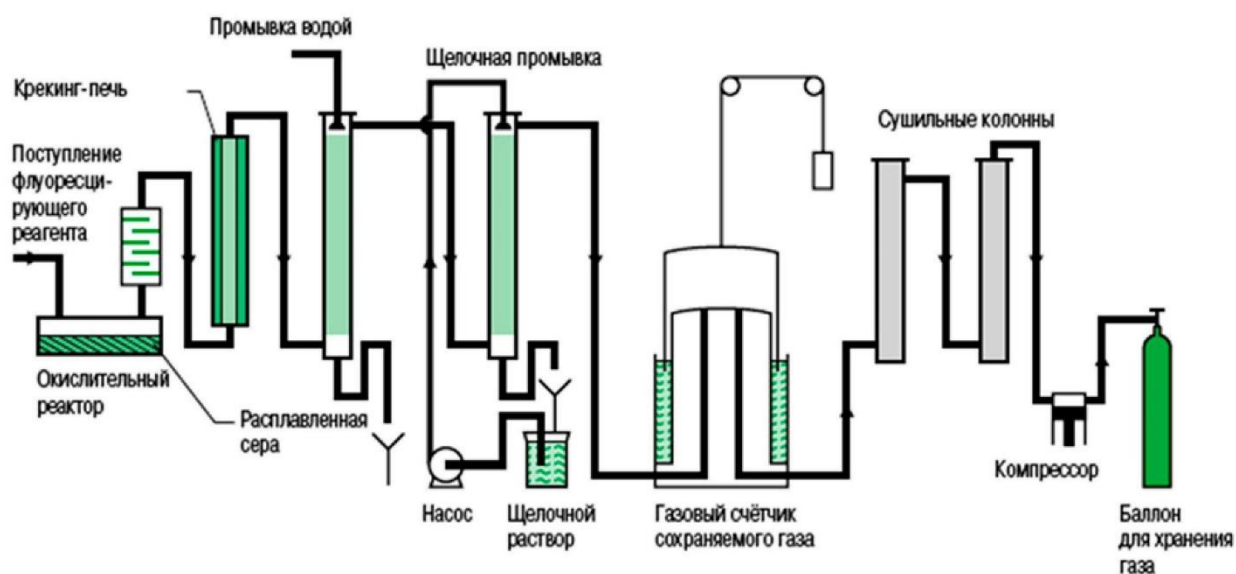


Рис. 1. Этапы создания элегаза (SF₆) [3]

Повторное использование SF₆ может быть достигнуто через различные методы, такие как восстановление, очистка и регенерация газа. Эти методы позволяют удалить загрязняющие вещества из гексафторида серы и вернуть его к первоначальной чистоте. Это позволяет повторно использовать газ и избежать его выброса в атмосферу.

Старые методы очистки не всегда оказывались достаточно эффективными для удаления всех видов загрязнений из газовых потоков. Одним из таких является механическая фильтрация, которая проводится с помощью специальных фильтров. Однако такой метод очистки имеет ряд недостатков: он не удаляет низкокипящие примеси, а также не всегда эффективен при высоких температурах.

В настоящее время существует ряд новых методов очистки элегаза, которые позволяют более эффективно удалять загрязнения. Один из таких методов разработала немецкая компания *AREVA T&D Messwandler GmbH* [4].

Очистка состоит из нескольких этапов:

1. Загрязненный элегаз передвигается по трубе с помощью пневматического насоса.

2. SF_6 поднимается по столбцу, проходя через множество слоев абсорбентов.

3. Элегаз проходит фильтрацию.

Чистоту элегаза можно оценить с помощью клапана сверху трубы. Однако, если содержание воздуха в элегазе превышает 7500 миллионных долей на единицу объема, происходит более сложный процесс очистки. Тогда элегаз регенерируется в жидкой фазе и переходит к газообразному состоянию, что не выгодно с экономической точки зрения. В таком случае может помочь технология, разработанная другой зарубежной компанией – *ABB* (рис. 2). Компания внедрила запатентованную технологию для полной переработки загрязненного элегаза (SF_6) на основе энергоэффективного криогенного процесса. Он включает криогенную стадию для удаления неконденсирующихся газов (азота) и фильтрацию для удаления различных загрязнений, таких как вода, кислоты, токсичные продукты и нефть [5].



Рис. 2. Цикл использования элегаза [5]

После переработки по новой технологии элегаз обладает чистотой более 99,9 %, что соответствует техническому стандарту *IEC 60376*. Это позволяет эффективно повторно использовать SF_6 , что способствует сокращению выбросов углекислого газа. Кроме того, повторное использование SF_6 может привести к экономии до 30 % средств [5].

Главное преимущество новых технологий в сравнении со старыми способами очистки состоит в том, что теперь возможно эффективное повторное использование SF₆ при любой степени загрязнения. Раньше нельзя было очистить элегаз от всех загрязняющих частиц и уменьшить все уровни загрязнения во время одного процесса очистки. Также новая технология позволяет улучшить степень автоматизации, что серьезно увеличивает пропускную способность.

Таким образом переработка и повторное использование SF₆ позволяют значительно сократить выбросы углекислого газа и других вредных веществ в атмосферу, а также уменьшить затраты на производство нового газа. Кроме того, очищение элегаза может оказаться экономически эффективным процессом для компаний, использующих SF₆, поскольку это дает возможность сэкономить деньги и ресурсы.

Переработку SF₆ следует включать в стратегии устойчивого развития компаний и государств, чтобы обеспечить более эффективное использование ресурсов и снизить воздействие на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. SF₆ End-of-life Recycling for Medium and High Voltage (MV & HV) Equipment // Schneider Electric. – 2013.

2. Балобанов, Р. Н. Влияние времени эксплуатации элегазового оборудования // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 16. – С. 122–124.

3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : – <https://forca.ru/stati/podstancii/primenenie-elegaza.html> (дата обращения 04.04.2023).

4. Utility services and technologies – gas analysis, management, and recycling / J. L. Bessede, E. Huet, G. F. Montillet, E. Barbier, J. Micozzi // Scottsdale, AZ. – 2004. – December 1–3.

5. ABB Ревю Специальный отчет. Высоковольтное оборудование
[Электронный ресурс] – URL :
<https://library.e.abb.com/public/88f83f3824f546b18461279cda9dfc4c/RU%20ABB%20Review%20Special%20report%20HV%202013.pdf> (дата обращения 04.04.2023).

A. A. Trofimova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**ENVIRONMENTAL ASPECTS OF SF6 REUSE IN THE ELECTRIC
POWER INDUSTRY**

Д. Д. Хисматуллин, И. В. Неволина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Wastewater from coke production contains a significant amount of pollutants. There are many methods of physical and chemical treatment of wastewater from coke production, but the biological method has found the greatest application.

Сточные воды коксохимического производства (СВ КХП) содержат значительное количество загрязнителей в концентрациях, превышающих ПДК вредных веществ для водоемов в десятки и тысячи раз, и такая вода, при попадании в открытые водоемы – реки и озера – вызовет локальную экологическую катастрофу. Очистка и использование таких СВ на нужды КХП – оптимальное и ресурсосберегающее экологическое решение, при условии глубокой очистки СВ от загрязняющих веществ.

Основными загрязнителями сточной воды КХП являются как органические, так и неорганические вещества, среди них выделяют соли аммония, роданиды, цианиды, нитриты, нитраты, фенолы, пиридиновые основания, смолы и масла и пр. загрязнители, определяемые как ХПК [1].

В настоящее время известно несколько способов очистки СВ от вредных веществ, их можно условно разделить на деструктивные и регенеративные [2].

Регенеративные методы – это экстракционное обесфеноливание, отгонка фенола острым паром [2] или адсорбция фенолов и пиридинов в присутствии активированных углей [3]. Эти способы в настоящее время на КХП Российской Федерации (РФ) не используются ввиду низкой эффективности и большого количества остаточных загрязнителей в сточной воде, препятствующей передаче их для дальнейшей очистки на городских очистных сооружениях (ГОС) или для использования внутри предприятия.

К деструктивным методам относят биологический способ очистки сточных вод и технологию сжигания СВ избытком коксового газа [4], которая используется только на одном КХП в РФ.

Для сжигания СВ требуется значительный избыток коксового газа, и последующая глубокая очистка воздуха от продуктов сгорания примесей СВ, которые также лимитируются при выбросах – это окислы серы и окислы азота. Данных о содержании азот- и серосодержащих соединениях в выбросах при сжигании сточных вод в [4] не приводится.

В АО «Восточный научно-исследовательский углехимический институт» (АО «ВУХИН») разработана однофазовая технология биохимической очистки СВ КХП, которая внедрена на нескольких предприятиях РФ, в Индии и выполнен проект для Ирана. Технология очистки СВ КХП, разработанная в АО «ВУХИН», это опыт предыдущих исследователей, которые в середине 50-х годов XX века [5] выделили штаммы бактерий, способные в определенном диапазоне температур, кислотности среды и концентрации атмосферного кислорода разрушать органические загрязняющие вещества, определяемые как фенолы.

Изначально очистка сточных вод КХП проходила только от фенолов. Позднее, были адаптированы культуры для разрушения роданидов, цианидов и других загрязнителей. В результате была разработана двухступенчатая технология очистки СВ КХП, которая состоит из стадии механической и биологической очистки. Общий сток, формируемый из фенольных, надсмольных, сепараторных и прочих загрязненных вод поступает для очистки от тяжелых и легких масел через преаэратор в первичные отстойники и далее в маслоотделитель. Для очистки эмульгированных масел позднее дополнительно стали устанавливать флотаторы.

После механической очистки вода собирается в усреднителе, где выравнивается по температуре, рН и концентрациям загрязняющих веществ. В случае, если концентрация загрязняющих веществ высока или рН не соответствует принятым нормам, вода передается в резервные ёмкости, откуда небольшими количествами передается на очистку. Из усреднителей сточная вода поступает в аэротенки первой ступени БХУ, в летнее время дополнительно охлаждается, проходя через кожухотрубчатые теплообменники, где очищается активным илом от фенолов и цианидов при аэрации.

После обесфеноливания сточная вода поступает в аэротенки второй ступени, где очищается от роданидов [4]. Несмотря на очистку от наиболее токсичных загрязнителей такая технология обладает существенным недостатком – содержание аммиака в СВ не снижается [4].

В течение последних 20–35 лет биологическая очистка сточных вод КХП РФ представляла собой незавершенный двухступенчатый биологический процесс: на первой ступени протекало окисление, в основном, фенолов и цианидов, на второй – роданидов. При этом происходила и биодеструкция большей части других органических примесей, контролируемых по ХПК и БПК. Очистка от аммонийного азота, содержащегося в пределах от 400 до 800 мг/дм³ не проводилась, как из-за не освоенности технологии, так и из-за необходимости непрерывного дозирования в очищаемую воду дорогостоящего щелочного реагента (кальцинированной соды) с расходом от 3 до 6 т/сутки (в зависимости от объема образования сточных вод).

Для повышения качества очищенных сточных вод ВУХИНОм была разработана однофазная технология биохимочистки СВ КХП. По однофазовой технологии очистки СВ КХП в реакторах происходит окисление фенолов, роданидов и аммиака в присутствии кислорода воздуха, одновременно при этом восстанавливаются окисленные формы азота (нитриты и нитраты). Процессы биологического окисления и восстановления протекают за счет жизнедеятельности аэробных и анаэробных штаммов бактерий, существующих за счет разрушения загрязнителей СВ [6].

Данная технология позволяет вести процессы окисления и восстановления в одном реакторе, что существенно снижает потребность в аэрируемых сооружениях, но протекание процесса способствует непрерывное дозирование раствора соды в реакторы. Одновременное протекание биологических процессов способствует снижению потребности в органических восстановителях нитритов и нитратов (процесс денитрификации), образующихся при биоразложении аммиака (процесс нитрификации), расход сжатого воздуха при этом снижается.

Однофазовый процесс позволяет достичь большую глубину очистки сточных вод в сравнении с общепринятой двухступенчатой очисткой СВ КХП [6].

Качество биохимочищенных сточных вод, очищенных по технологии АО «ВУХИН» приведено в таблице 1.

Таблица 1

Сведения о качестве биохимочищенной сточной воды КХП

Компоненты сточных вод	Концентрация компонентов СВ, мг/дм ³			
	Вход на БХУ	Выход с БХУ	ПДК *	Класс опасности [7]**
Фенол	350	0,05	0,001	4
Цианиды	20 – 30	< 0,1 - 0,2	0,035	2
Роданиды	300	< 0 - 0,5	0,1	2
Аммиак летучий	400	< 1 – 5	0,1	3
Аммиак общий			0,5	3
Смолистые вещества	300	< 5	-	-
Нефтепродукты	2	0,45	0,1(0,3)	-

*ПДК приведено для водоемов хозяйственно-бытового и культурно-бытового водопользования

** Класс опасности для воды хозяйственно-бытового и культурно-бытового водопользования

Как видно из таблицы 1, очистка от основных загрязнителей сточных вод КХП по однофазовой технологии составляет:

- от фенолов на 99,99%;
- от роданидов на 99,83 – 100,00%;
- от аммонийного азота на 98,75 – 99,75%.

Сточная вода, очищенная по однофазовой технологии, может быть использована на тушение кокса или передана на ГОС для доочистки совместно с бытовыми сточными водами и далее после разбавления сброшена в водоем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов, С. А., Ишмияров, М. Х., Кауфман, А. А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: Учебное пособие // Под ред. С. А. Ахметова. – СПб. : Недра, 2009. – 832 с.

2. Лейбович, Р. Е., Яковлева, Е. И., Филатов, А. Б. Технология коксохимического производства // Изд-е 3-е, перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1982. – 360 с.

3. Краснова, Т. А., Голубева, Н. С. Очистка сточных вод от органических компонентов коксохимического производства. // Экология и промышленность России. – 2008. – № 7. – С. 44–45.

4. ИТС 26-2021. Производство чугуна, стали и ферросплавов. Бюро НДТ: дата введения 2021-12-22. – Москва, 2021. – 575 с.

5. Неволина, И. В., Рязанцева, Н. А., Бибяева, Ю. В. Лаборатория очистки сточных вод и утилизации отходов коксохимического производства АО «ВУХИН»: история и современность // Кокс и химия. – 2021. – №3. – С. 105–111.

6. Сабирова, Т. М., Неволина, И. В. О возможности и перспективах биотехнологии для очистки сточных вод коксохимического производства // Кокс и химия. – 2016. – №3. – С. 77–83.

7. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Постановление РФ от 30 апреля 2003 г. N 78 (НЦПИ). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/901862249> (дата обращения 04.04.2023).

D. D. Khismatullin, I. V. Nevolina
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

FEATURES OF WASTEWATER TREATMENT OF COKE- CHEMICAL PRODUCTION

А. А. Цыганова, Салеме Али Яссер,
Белорусский Государственный Технический университет, Минск, Беларусь

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

The work reflects the assessment of the impact of mining enterprises on the environment.

Горнодобывающая промышленность характеризуется большими объемами извлечения из недр на поверхность земли горных пород, перемещением большого количества земельных вскрышных масс при добыче карьерным способом глины, мела, щебня. При этом, накапливаемые в терриконах и искусственных водоемах побочные продукты обогащения загрязняют поверхностные и подземные воды, способствуют оседанию поверхностного покрова земли, изменению ландшафта. Ветровая и водная эрозия (за счет атмосферных осадков) разносит на большие расстояния химически опасные для окружающей среды соединения.

С развитием новых технологий, позволяющих расширить промышленное освоение, современных машин и оборудования добыча и номенклатура нерудных полезных ископаемых постоянно увеличивается [1].

Главным фактором преобразования окружающей среды являются техногенные процессы, формирующиеся при эксплуатации различных объектов горнодобывающего производства.

Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом, требуя существенно меньших территорий под горный отвод, не вызывает столь значительных нарушений и изменений ландшафтов и инфраструктуры, как открытые горные работы, но и ей сопутствуют значительные изменения в окружающей среде, которые связаны в основном с характером сдвижения массивов налегающих горных пород.

Для горнодобывающей промышленности характерно интенсивное воздействие на окружающую природную среду, неизбежно вызывающее ее изменение. В процессе производства нарушаются полностью или частично

сложившиеся экологическое состояние в зонах размещения промышленных объектов (шахт, рудников, обогатительных фабрик).

Эти изменения проявляются в различных сочетаниях негативных явлений, важнейшими из которых являются отчуждение для производства горных работ нужных для сельского хозяйства территорий, истощение и загрязнение подземных и поверхностных вод, затопление и заболачивание подработанных территорий, обезвоживание и засоление почв, загрязнение вредными веществами и химическими элементами атмосферного воздуха неблагоприятные для местных экологических систем гидрогеологические и геохимические изменения, изменение микроклимата.

Ущерб, наносимые окружающей среде горными работами, также усугубляются многообразием отрицательно влияющих факторов, порождаемых другими отраслями промышленности, развиваемыми в этом же районе, градостроительными работами, транспортными коммуникациями и т. п. [2].

Основными направлениями воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду являются: изъятие минерально-сырьевых (топливно-энергетические ресурсы, цветные и черные металлы, горно-химическое сырье, гидроминеральные ресурсы) и экологических ресурсов (земля, вода, воздух, флора, фауна); химическое и тепловое загрязнение биосферы; физическое воздействие (акустическое, электромагнитное, радиоактивное).

Эти воздействия могут носить характер: глобальный; локальный – проявляющийся в зоне радиусом от 15 до 70–100 км; региональный – охватывающий обширные территории на удалении до 1000–1500 км.

Характер поступления загрязняющих веществ в атмосферу, водные объекты, на почву определяется:

- максимально разовым выбросом и сбросом;
- годовым выбросом, сбросом загрязняющих веществ.

Масштабы извлечения твердых полезных ископаемых из недр зависит от технологии добычи, которая может быть, как открытой, так и подземной. Горные работы в зависимости от технологии вызывают существенные изменения в

окружающей среде, такие как нарушение поверхности над отработанными площадями месторождений и формирование в районе горных работ породных отвалов и отвалов за балансовых руд.

Наиболее сильные нарушения поверхности земли наблюдаются при изъятии из недр полезных ископаемых открытым способом, под разработку месторождений отводятся большие территории, которые в большинстве случаев после завершения работ оказываются исключенными из местных экологических систем. Впоследствии «отработанные» территории становятся центрами эрозийных процессов, вовлекая все новые и новые участки земель, изменяя при этом ландшафт данной местности [3]. Одним из ведущих предприятий горнодобывающей промышленности является РУПП «Гранит».

Основными выбросами, которые осуществляет РУПП «Гранит» в окружающую среду являются:

- 1) выбросы пыли неорганической от дробильно-сортировочного завода (далее ДСЗ);
- 2) выбросы в атмосферу от котельной, ремонтно-строительного и литейно-механического цеха;
- 3) сброс минерализованных карьерных вод в водный бассейн р. Припять;
- 4) сброс сточных вод от технологического процесса ДСЗ и хозяйственно-бытовых стоков;
- 5) выбросы в атмосферу от автомобильного транспорта.

Всего на предприятии выявлено 220 источников выбросов вредных веществ в атмосферу, из них 134 организованных и 86 неорганизованных, которые выбрасывают 49 наименований загрязняющих веществ. Имеются 55 источников выбросов, оснащенных газоочистными установками.

Источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух – 220. Валовой выброс в отчетном 2022 году составил 425,323 т.

За отчетный период водопотребление:

- из сетей водопровода составило 246630 м³/год;
- шахтно-рудничных вод 5359490 м³/год.

Водоотведение составило:

- в сети канализации 116400 м³/год
- в поверхностные водные объекты р. К. Ситницкий 2994360 м³/год.

Отведение карьерных вод осуществляется в хвостохранилище, а далее – в природные водные объекты. Карьерные воды, поступающие в хвостохранилище, там отстаиваются и осаждаются. Важной проблемой выступает загрязнение р. Припять сбросами из хвостохранилища, а также фильтрация его загрязненных вод в водоносный комплекс четвертичных отложений. Величина суточного сброса из хвостохранилища может достигать 62 тыс. м³/сут. Сброс производится через Ситницкий канал длиной 5 км. Воды хвостохранилища наиболее загрязнены по хлоридам (1,2 ПДК), сухому остатку (1,1 ПДК).

Особенно остро в настоящий момент стоит вопрос минерализации вод, сбрасываемых из гранитного карьера «Микашевичи» в р. Припять. Для решения данной проблемы был разработан «План мероприятий по снижению минерализации карьерных вод на месторождении строительного камня «Микашевичи». На данный момент фильтрация карьерных на месторождении никак не осуществляется, но возможна методами обратного осмоса или выпаривания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаченко, Г. В. Горные машины. Ч. 2: Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / В. Я. Прушак, Г. А. Басалай : под ред. В. Я. Прушака. – Минск.: Высшая школа, 2018. – 228 с.

2. Водоотведение: учеб. пособие для вузов / Ю. В. Воронов [и др.]; под общ. ред. Ю. В. Воронова. – 4-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 413 с.

3. Трубецкой, К. Н. Экологические проблемы освоения недр при устойчивом развитии природы и общества / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко, Л. И. Бурецев; под ред. К. Н. Трубецкой. – М.: Научтехлитиздат, 2003. – 262 с.

A. Tsyganova, Saleme Ali Yasser,
Belarusian State Technical University, Minsk, Belarus

**ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF MINING
ENTERPRISES**

В. Н. Яглов, Е. А. Евсеева, Н. А. Кречко,
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

ГАЗОБЕТОН НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ БЕЛАРУСИ

To reduce the environmental impact on the environment by industrial waste, ways are proposed for their disposal into composite materials for construction purposes. Economical organic and inorganic binders were used as binders. On the basis of these materials, it is proposed to manufacture porous products, which contributes to the improvement of the environmental situation through the use of energy-saving technologies.

Твердые бытовые и производственные отходы значительно усложняют экологическую обстановку вследствие большой скорости их накопления и малой доли утилизации. Промышленные отходы занимают большие площади, часто приводит к деградации земель, засорению воздушного и водного бассейнов вредными веществами, бактериями и продуктами их разложения жизнедеятельности.

В Республике Беларусь к многотоннажным отходам производства относятся отходы фосфогипса (ОАО Гомельский химический завод), отходы химводоподготовки ТЭЦ (отходы ХВО), гранитные отсевы (РУУП «Гранит», г. Микашевичи).

Одним из эффективных путей решения задачи утилизации отходов промышленных производств является получение на их основе композиционных материалов с высокими эксплуатационными свойствами, которые в свою очередь могут являться основой для создания поризованных, ячеистых изделий с удовлетворительным комплексом функциональных характеристик, главным образом – высокой теплоизоляционной способностью. Наряду с решением задачи утилизации отходов получены теплоизоляционные материалы с теплопроводностью меньше 0,11 Вт / мК. Использование таких материалов позволит экономить около 2 тыс. тонн условного топлива и около 300 кВт/ч энергии в год. При этом теплоизоляционные материалы негорючи, нетоксичны к живым организмам, прочны, беспыльны, долговечны, экономичны и биостойки в процессе эксплуатации.

Полученные ячеистые материалы имеют плотность около 0,4-0,5 г/см³ и самонесущи. Для газо – или пенонаполненных бетонов были использованы композиционные вяжущие с использованием промышленных отходов.

Перспективным направлением утилизации многотоннажного отхода фосфогипса является создание пено- и газобетонов на его основе с применением органических и неорганических (цементно-пуццолановых) вяжущих. Представляет интерес использование композиционных материалах из фосфогипса и в качестве вяжущего жидкого стекла с одновременным введением карбонатов. В качестве эффективного вяжущего для композитов из фосфогипса может применяться также карбамидно-формальдегидная смола в жидком виде (КФЖ). Такая композиция обеспечивает высокую прочность, водостойкость и износостойкость конструкций.

В качестве порообразователей в материалах из фосфогипса, модифицированного вяжущими были предложены тонкодисперсные цинк и алюминий.

Композиционные материалы на основе шлама ХВО были созданы как с применением органических вяжущих, так и с использованием гранитных отсеков. При введение шлама ХВО в композиты на основе гранитных отсеков снижается клинкероёмкость и водопотребность, а при определенных условиях способствует усилению газовыделения. Также шлам ХВО может выступать в качестве порообразователей в кислой среде и быть использован в композитах с фосфогипсом. Причем такое применение шлама ХВО предполагает удешевление материалов вследствие отсутствия стадии нейтрализации фосфогипса.

Утилизация гранитных отсеков может быть осуществлена как использованием их с различными вяжущими, так и в качестве компонента, вяжущего при создании гипсоцементнопуццоланового вяжущего (ГЦПВ). При проектировании композитов ГЦПВ с использованием гранитных отсеков эффективно понижается вероятность образования «цементной бациллы», что способствует формированию прочной, долговечной структуры с удовлетворительными эксплуатационными свойствами.

При изготовлении поризованных композитов ГПЦВ необходимо учитывать следующие технологические особенности: при приготовлении газобетонной смеси, загрузка смесителя производится следующей последовательностью: вначале в смеситель подается вода, затем наполнитель, вяжущее, смесь после этого гомогенизируется в течение 3–4 минут, после чего вводится порообразователь.

Одним из важнейших направлений улучшения экологической ситуации является также утилизация полимерных отходов производства и потребления. Предположительно в композиционных материалах из отходов производств с различными вяжущими в том числе для получения поризованных материалов и для дополнительного упрочнения, и повышения износостойкости, а также понижения водопоглощения использовались отходы производств полимерных волокон и полимерных бытовых отходов.

Такой подход значительно расширяет номенклатуру и область применения композиционных материалов на основе отходов производств, что способствует нарастанию скорости утилизации отходов промышленности и улучшению экологического состояния в целом.

V. N. Yaglov, E. A. Evseeva, N. A. Krechko
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

AERATED CONCRETE BASED ON INDUSTRIAL WASTE FROM BELARUS

РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Г. А. Бурак, А. А. Меженцев,
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Polymer-bitumen binders (PBV) are materials based on bitumen modified with additives of polymers such as SBS and plasticizers. Possesses the improved qualitative characteristics. PBV differs from traditional bitumen in its increased resistance to deformation; improved properties at high and low temperatures; increased resistance to aging. PMBs are used in road construction.

В связи с развитием интенсивного и скоростного движения автомобилей к качеству дорожных покрытий предъявляются жесткие требования, выполнение которых связано с необходимостью повышения прочности, эластичности и теплостойкости в широком диапазоне эксплуатационных температур. Это достигается введением в минеральное покрытие небольших добавок высокополимерных материалов – полимерных модификаторов. Полимерные связующие – это синтетические или природные органические вещества, способные самопроизвольно или под действием различных факторов (веществ-отвердителей, температуры и др.) переходить из жидкого состояния в твердое, и как в жидком состоянии, так и после отвердевания имеющих хорошую адгезию к другим материалам. Для получения полимербетонов и полимерцементных материалов из синтетических полимеров могут использоваться поливинилацетат и его сополимеры, перхлорвинил, поливинилхлорид, полистирол и его сополимеры, различные виды каучуков. Эффективный полимерный модификатор должен обеспечить вяжущему умеренную вязкость и хорошую деформативную устойчивость при пониженных температурах, увеличение интервала пластичности путем понижения температуры хрупкости и повышения температуры размягчения, а также высокую адгезию к каменным материалам не только основных, но и кислых пород.

Для ремонта асфальтобетонных и бетонных дорожных покрытий используют, в частности, смеси асфальтобетонные холодные – рационально подобранные смеси из дробленого минерального заполнителя (95 %) и органического вяжущего, модифицированного полимером (5 %).

Основой органической составляющей асфальтобетонной смеси является битум. Определяющие факторы для приготовления качественного дорожного покрытия – совместимость битума и полимерного модификатора, их оптимальное соотношение и обеспечение гомогенности вяжущего.

Полимерный модификатор должен обеспечивать вяжущему теплоустойчивость и деформативность при отрицательных температурах, устойчивость против старения и адгезию к минеральным материалам.

Перед использованием каучуков необходимо их растворение. Растворение полимеров – длительный процесс, включающий две стадии. Первая стадия процесса растворения полимера характеризуется медленным проникновением молекул растворителя в полимерный клубок, заставляя его набухать. При этом объем полимерной матрицы увеличивается, т. к. молекулы полимера остаются в пределах матрицы, не диффундируя наружу.

Процесс набухания зависит только от сил взаимодействия между молекулами растворителя и сегментами полимера и не зависит от перемешивания или взбалтывания раствора. Этот процесс может быть ускорен путем увеличения площади поверхности полимера путем его измельчения.

По мере протекания процесса набухания все большее количество сегментов полимерной молекулы сольватируется молекулами растворителя, макромолекула становится более свободной. Когда все сегменты сольватированы, макромолекула, как единое целое в виде разрыхленного клубка, отделяется от набухшего полимера, медленно диффундирует из полимерной фазы в фазу растворителя. Скорость диффузии молекул полимера может быть увеличена встряхиванием полностью набухшего полимера.

Аморфные и кристаллические полимеры ведут себя при растворении по-разному, поскольку различаются по своему фазовому состоянию. Аморфный

полимер находится в жидком фазовом состоянии, поэтому растворение аморфного полимера можно уподобить смешению двух жидкостей. Растворение кристаллического полимера включает в себя смешение двух веществ, существующих в двух различных фазовых состояниях. Т. к. две различные фазы не могут смешиваться и образовывать единую гомогенную систему, их смешение или растворение невозможно до тех пор, пока они обе не перейдут в одно фазовое состояние.

С увеличением степени кристалличности полимера и ростом межмолекулярных когезионных сил происходит уменьшение растворимости.

Для получения ПБВ применяли бутадиен-стирольные каучуки (СКС СКМС), бутадиеновые каучуки (СКД), полихлорпреновый каучук – (наирит), бутилкаучук, тиоколовые (полисульфидные) каучуки, полиизобутилен, изопреновый каучук (СКИ) и СКИ-3.

Для повышения их адгезионных свойств применяют ПАВ. Наиболее эффективными для дорожных битумов являются азотсодержащие ПАВ, особенно класса имидазолинов. Такие ПАВ имеют высокие адгезионные свойства, повышенную термостабильность, умеренную токсичность.

В качестве эффективного адгезива предлагается также масляный конденсат эфира канифоли. Отход эфира канифоли относится к неионогенным поверхностно-активным веществам (ПАВ). Его высокая активность, объясняемая наличием полярных функциональных групп, способствует не только улучшению адгезии битума к минеральным материалам, но и повышению стабильности структуры органического вяжущего.

С целью выбора полимерного модификатора была изучена растворимость пенополистирола в растворителях: этиленгликоле, бензине, нефрасе и сольвенте. Пенополистирол полностью растворился в этиленгликоле, с образованием мутного раствора. При растворении пенополистирола в бензине вначале наблюдалось бурное растворение, которое оканчивалось образованием плотного нерастворимого сгустка полимера. Пенополистирол полностью растворился в сольвенте с образованием прозрачного раствора и не растворился в нефрасе.

Была изучена растворимость ряда каучуков в бензине. Для этого каучук измельчали, заливали бензином, оставляли на сутки для набухания, затем перемешивали при комнатной температуре или при нагревании. Было показано, что каучуки СКИ, СКД, АРМК-15, ХБК, БК-1675, АРК растворимы в бензине, и только натуральный каучук не растворился. Растворы каучуков в бензине различались по вязкости. Растворы СКД, АРК и АРМК-15 в бензине имели высокую вязкость, а растворы СКИ, ХБК, БК-1675 – низкую вязкость.

Далее были приготовлены асфальтобетонные смеси из дробленого минерального заполнителя и органического вяжущего, модифицированного полимером. В качестве минерального заполнителя был взят щебень с размером фракции от 2,5 до 4,5. Органическое вяжущее представляло собой битум нефтяной дорожной марки БНД 60/90. В качестве разжижителя смеси использовали бензин или отработанное машинное масло.

Методика приготовления асфальтобетонной смеси была следующая: измельченный каучук растворяли в бензине, смешивали с битумом до однородной массы и прибавляли щебень, тщательно перемешивая всю массу. Процентное содержание каучука в смеси с битумом при этом колебалось от 5 % до 10 %. Органическая часть составляла во всей асфальтобетонной смеси от 6,8 % до 12,3 %.

Ряд опытов был проделан при нагревании. При этом битум нагревали с целью понижения вязкости и прибавляли 10 %-ный раствор каучука в бензине, отработанное машинное масло и щебень.

Серия опытов по приготовлению асфальтобетонной смеси была проделана с бутадиен-стирольным и полиуретановым клеями в качестве полимерной составляющей. Бутадиен-стирольный клей представлял собой 50 %-ный раствор, в котором в качестве растворителя была взята смесь этилацетата и нефраса в соотношении 3:7. Полиуретановый клей представлял собой 17,5 %-ный раствор, в котором в качестве растворителя была взята смесь этилацетата и ацетона в соотношении 2:8. К нагретому до разжижения битуму прибавляли раствор клея

из расчета 3 % полимерной составляющей в битуме. Далее прибавляли щебень до полного его обволакивания органическим компонентом.

Были приготовлены асфальтобетонные смеси с использованием пенополистирола в качестве полимерного модификатора. Для этого приготовленный 42 %-ный раствор пенополистирола в сольвенте смешали с битумом и щебнем.

В разогретый битум (95 %) добавили полиуретановую смолу (5 %), тщательно перемешали, добавили щебень, после выдержки добавили отвердитель и вновь перемешали.

Полученные композиции на основе ПБВ представляли собой вязкие смеси, способные деформироваться при воздействии механических нагрузок. Смеси способны сохранить способность к деформации в широком температурном интервале. По своим показателям такие смеси могут быть рекомендованы для ямочного ремонта автомобильных дорог после доработки составов и определения необходимых технологических свойств.

G. A. Burak, A. A. Mezentsev,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

BINDERS BASED ON BITUMEN-POLYMER MATERIALS

В. А. Горбунова, Л. М. Слепнева, А. О. Черная,
Белорусский Национальный Технический Университет, Минск, Беларусь

КАРБОНАТ-СИЛИКАТНЫЙ СОРБЕНТ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Samples of granulated carbonate-silicate sorbent were obtained from industrial waste, the sorption capacity for Cu^{2+} ions was evaluated on model water solutions of copper sulfate. The maximum value of the static sorption capacity was determined to be 12.5 mg/g

Хозяйственная деятельность человека приводит к накоплению огромного количества отходов – промышленных, сельскохозяйственных, бытовых, которые в зависимости от объема, агрегатного состояния, химического состава, токсичности несут различные экологические риски. Значительную часть техногенных отходов при рациональном подходе к их утилизации можно рассматривать как вторичное сырье, которое даже при минимальной недорогостоящей обработке, модификации (механической, химической, термической) можно повторно использовать в различных отраслях производства, в т. ч. в процессах, связанных с решением экологических проблем (например, очистка водных и воздушных сред от различных загрязнителей). Так из некоторых сельскохозяйственных, промышленных отходов, а также отходов энергетической отрасли после их химической или термической модификации получают недорогие сорбционные материалы (СМ) для очистки водных сред от ионов тяжелых металлов, нефтепродуктов [1]. Сорбционные материалы на основе природных минералов (карбонатов, силикатов, алюмосиликатов) изучаются достаточно широко и практически уже используются в процессах сорбционной очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, органических загрязнителей [2].

Нами была изучена возможность получения композиционного карбонат-силикатного сорбента на основе отхода химводоподготовки ТЭЦ ($\text{Ca}(\text{Mg})\text{CO}_3$ – 80–82 %, Fe_2O_3 – 10–12 %) и мелкодисперсного (менее 20 мкм) гранитного отсева, образующегося в тоннажных количествах при добыче и дроблении гранитной породы (основные компоненты: SiO_2 – 60–62 %, Al_2O_3 – 10–15 %, Fe_2O_3 – 10–15 %). Мелкодисперсные отходы смешивались в массовом

соотношении 1:1, тщательно перетирались в ступке до получения однородного по цвету порошка. В качестве связующего использовали жидкое натриевое стекло (3–5 масс. %), гранулировали пластичную массу, пропуская через мелкоячеистое сито. Далее гранулы сушили на воздухе и прокаливали образцы при 300 °С, 500 °С и 700 °С в течение часа. Дополнительно был приготовлен образец сорбента (температура прокаливания 700 °С) с предварительной щелочной активацией гранитных отсевов (в 30 %-ном водном растворе NaOH при 60 °С в течение 30 минут). Щелочь подтравливает поверхность гранитных частиц, приводит к аморфизации SiO₂ и Al₂O₃, находящихся в приповерхностных слоях, что в дальнейшем активирует их химическое взаимодействие с карбонатом кальция при термической обработке. Термодинамические расчеты показывают, что твердофазная реакция ($\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$) возможна при температуре более 600 °К. Образование в процессе спекания карбонатно-силикатных гранул метасиликата и/или ортосиликата кальция с попутным выделением CO₂ будет способствовать упрочнению гранул сорбента и созданию необходимой пористости, что в итоге положительно отразится на механической прочности и сорбционной способности материала. После прокаливания все образцы сорбционного материала (дисперсностью 1–2 мм) были изучены на остаточное содержание карбонатной фазы газометрическим методом (табл.). Минимальное содержание карбонат-ионов обнаружено в образце сорбента с активированными гранитными отсевами, что, по-видимому, свидетельствует о большем содержании силикатов кальция в данном образце. Адсорбционную способность полученных СМ по отношению к Cu²⁺ изучали на модельных растворах сульфата меди (концентрация Cu²⁺ – 300 мг/л) в статических режимах. Водный раствор CuSO₄ и навески образцов СМ смешивали в массовом соотношении 100:1, периодически перемешивали. Через сутки раствор фильтровали и определяли остаточную концентрацию ионов меди йодометрическим методом (табл.). Лучшую статическую сорбционную емкость (ССЕ) по ионам меди показал образец с активированными щелочью гранитными отсевами, что, по-видимому, связано с гидроксильной модификацией сорбента и

более эффективным связыванием Cu^{2+} в виде гидроксида меди, а также гидрокарбоната меди на поверхности гранул.

Таблица

Характеристика образцов карбонат-силикатных СМ

Образец карбонат-силикатного сорбента (режим получения)	Среднее остаточное содержание CO_3^{2-} (масс. %)	ССЕ, мг/г
300 °С	25,4	4,6
500 °С	12,5	8,8
700 °С	10,3	9,6
Щелочная активация, 700 °С	8,7	12,5

Данное небольшое исследование показало возможность использования техногенных карбонат-, силикат-, алюмосиликатсодержащих отходов для получения недорогих сорбционных материалов. Научные исследования и разработки в этой области позволят на практике комплексно решать экологические проблемы, связанные, как с накоплением крупнотоннажных производственных отходов, так и с очисткой водных и воздушных сред от различных загрязнителей.

1. Акатьева, Л. Н. Развитие химико-технологических основ процессов переработки сырья для получения силикатов кальция и композиционных материалов : дисс. на соискание ученой степени д.т.н. / Л. Н. Акатьева. – М., 2014. – 328 с.

2. Годымчук, А. Ю. Технология изготовления силикатно-карбонатных сорбентов для очистки воды от катионов тяжелых металлов : автореферат дисс. на соискание ученой степени к.т.н. / А. Ю. Годымчук. – Томск, 2003. – 20 с.

V. A. Gorbunova, L. M. Slepneva, A. O. Chernaya,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

CARBONATE-SILICATE SORBENT FROM INDUSTRIAL WASTE

А. И. Гуляева, И. В. Рукавишникова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИИ *VORTEX BLADELESS* КАК ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ РЯДА ПРОБЛЕМ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

The article discusses the potential of wind energy development in the world. The authors describe an innovative method of generating renewable electricity using bladed Skybrators wind turbines. The importance of introducing a new technology is due to the fact that it is necessary to reduce costs in the production of wind turbines, reduce the cost of their maintenance, and also take into account the adaptation of wind turbines to any wind speed.

Ветер относится к неисчерпаемым (альтернативным) источникам энергии. Общие запасы энергии ветра в мире оценены в 170 тыс. ТВт·ч в год [1], что в восемь раз превышает нынешнее мировое потребление электроэнергии. Исходя из расчетов, все мировое электроснабжение можно было бы обеспечить исключительно за счет энергии ветра. Использование энергии ветра не загрязняет атмосферу, гидросферу и почву [2], то есть данный источник энергии кажется идеальным с точки зрения минимального воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации.

Внимание к ветряной энергетике постоянно возрастает в связи с тем, что в настоящее время осуществляется активный энергетический переход, который можно назвать основой «Четвертой промышленной революции» [3]. Энергетический переход – это глобальная трансформация энергосистем, включающая в себя четыре элемента: энергоэффективность, декарбонизацию, децентрализацию, цифровизацию.

Энергетический переход нацелен на решение климатической проблемы путем отказа от ископаемого топлива (угля, нефти и природного газа) и расширения использования «зеленых» источников энергии (ВИЭ).

В рамках обязательств по климатической нейтральности Европейский союз поставил перед собой цель добиться к 2050 году нулевого уровня выбросов углерода. Энергетический переход является важным элементом этого обязательства.

Активное развитие ветроэнергетики в мире началось лишь в 1970-е годы. Развитию послужили обострившиеся экологические проблемы – загрязнение атмосферы из-за работы ТЭС, кислотные дожди, рост цен на нефть. Дополнительный стимул развитию дал нефтяной кризис 1973–1974 годов, который вывел вопрос о развитии ветроэнергетики на государственно-политический уровень. Однако некоторые люди были недовольны таким развитием, они обуславливали это тем, что группы станций создают шумовое и визуальное загрязнение местности. Например, в Нидерландах общественность обращала внимание властей на то, что ветровые станции нарушали традиционный облик территории.

Наряду с очевидными плюсами использования электростанций с применением возобновляемых источников энергии, специалисты указывают на неочевидные недостатки [4].

1. Большая стоимость электростанций и высокая себестоимость электроэнергии.
2. Необходимость строительства массивных мачт ветроэлектростанций, плотин или других сложных сооружений.
3. Отрицательное влияние конструкций на окружающую среду (шум, вибрация, визуальное загрязнение ландшафта).
4. Сложность конструкций и их эксплуатации.
5. Длительный и трудоемкий процесс сооружения электростанций.
6. Сложность утилизации выработавших срок эксплуатации элементов конструкции электростанций.

Поэтому необходим поиск и разработка новых типов источников возобновляемой энергии, которые не имели бы этих недостатков или лишены были бы хотя бы некоторых из них.

Испанская технологическая стартап-компания *Vortex Bladeless* [5] разработала метод выработки возобновляемой электроэнергии при помощи безлопастных ветрогенераторов *Skybrators*. Главной проблемой инженеров в течение многих лет было то, что, если поставить любой объект на пути ветра, это

создаст волнообразный вихрь позади барьера. Инженеры *Vortex Bladeless* разработали генератор, использующий эти вихри.

Желательно собирать энергию ветра с помощью устройства, которое сводит к минимуму потребность в техническом обслуживании. Для достижения этой цели *Vortex Bladeless* сделали тонкий ветрогенератор круглого сечения, диаметр которого изменяется в зависимости от высоты.

Мачты безлопастного ветрогенератора спроектированы таким образом, чтобы достигать максимальной частоты вибраций при средней силе ветра. К тому же они способны легко адаптироваться к изменениям направления ветра и возникновению турбулентных потоков. Для оптимальной работы мачты требуется свободная площадь, радиус которой составляет половину от высоты устройства. Вокруг обычных ветряков требуется пространство длиной больше его высоты в пять раз, чтобы не мешать друг другу аэродинамически. Такая эксклюзивная способность нового устройства противостоять сильным ветрам важна во многих районах планеты.

Ветрогенераторы *Skybrators* могут устранить некоторые недостатки ветроэнергетики. Например, безлопастные устройства смогут функционировать в непосредственной близости от жилых зон, где размещение целой ветровой фермы не представляется возможным, а малое количество турбин будет неэффективным. В *Vortex Bladeless* считают, что безлопастные ветрогенераторы отлично будут работать на мелкомасштабных электростанциях, которые обеспечивают энергией домашние хозяйства и небольшие производства.

Выделим преимущества инновационной технологии.

1. Минимальное изменение внешнего вида места установки подобных ветрогенераторов.

2. Сокращение издержек при производстве безлопастных ветрогенераторов.

3. Сокращение стоимости технического обслуживания (например, потому что там нет трения с механизмами движущихся частей, что снижает

потребность в смазывании и замены болта, а отсутствие смазочных материалов – отсутствие отходов).

4. Тихая работа, безопасность для пролетающих птиц.

5. Приспособление безопасного ветрогенератора к любой скорости ветра с помощью магнитов в его ядре.

Разработанный в данный момент дизайн рассчитан на производство небольших объемов электроэнергии, однако *Vortex Bladeless* планируют создать промышленный вариант ветрогенераторов *Skybrators* высотой до 140 метров с энергетической мощностью до одного мегаватта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветряная энергетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432179/Vetrenaya_vetryanaya_energetika (дата обращения 10.11.2022).

2. Ветру и солнцу навстречу [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/435950/Vetru_i_solntsu_navstrechu (дата обращения 10.11.2022).

3. Гительман, Л. Д. Энергетический переход. Руководство для реалистов / Л. Д. Гительман, М. В. Кожевников, Б. Е. Ратников. – М.: Солон-Пресс, 2023. – 394 с.

4. Безлопастные ветрогенераторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/549528/> (дата обращения 10.11.2022).

5. Как устроен генератор *Vortex Bladeless* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://vortex-energy.ru/kak-rabotaet-generator-vortex/> (дата обращения 10.11.2022).

A. I. Gulyaeva, I. V. Rukavishnikova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**WIND POWER: INNOVATIVE TECHNOLOGY OF THE STARTUP
COMPANY VORTEX BLADELESS**

А. С. Дунская, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ИРАКА

This article presents an analysis of the production and consumption of hydrocarbons in Iraq from 2011 to 2021. The main factors determining the growth rates of the country's oil and gas complex are identified.

Ирак обладает значительными запасами углеводородов. Страна занимает четвертое место в мире по запасам нефти (8,4 %), одиннадцатое место – по запасам природного газа (1,9 %). Неглубокое залегание нефти, низкая себестоимость добычи, высокое качество нефти способствует интенсивному развитию нефтяной промышленности, которая играет основную роль в экономике этого государства на Ближнем Востоке [1]. По состоянию на 2021 год нефтяной сектор обеспечивает около 92 % валютных поступлений. Однако темпы роста национальной экономики в последние десять лет были недостаточными. В период с 2011 по 2021 годы ВВП страны увеличился на 22 % при росте населения на 30 %, что привело к снижению уровня жизни населения.

В данной статье приведен анализ производства и потребления углеводородов в Ираке с 2011 по 2021 годы. Выявлены основные факторы, определяющие темпы роста нефтегазового комплекса страны.

Потребление энергетических ресурсов в стране увеличивалось с каждым годом, темп роста в 2021 года относительно 2011 год составил 151 %. Основными энергоресурсами являются нефть и газ. Из таблицы 1 видно, что потребление нефти повышалось меньшими темпами (на 29 %), по сравнению с потреблением газа, которое возросло почти в три раза за этот период. При этом основная доля приходилась на нефть, которая снизилась с 81,6 % до 69,5 % за счет повышения доли газа с 16,3 % до 29,1 %.

Основными нефтяными месторождениями являются Аккас, Бадра и Западная Курна-2 [2].

Потребление энергетических ресурсов в Ираке*, ЭДж**

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Первичная энергия	1,41	1,54	1,71	1,62	1,56	1,80	1,90	2,30	2,23	1,99	2,12
Нефть	1,15	1,27	1,41	1,32	1,28	1,41	1,47	1,75	1,47	1,29	1,48
Доля нефти, %	81,6	82,5	82,5	81,5	82,1	78,3	77,4	76,1	66,2	64,8	69,5
Газ	0,23	0,23	0,25	0,27	0,26	0,36	0,41	0,53	0,70	0,67	0,62
Доля газа, %	16,3	14,9	14,6	16,7	16,7	20,0	21,6	23,0	31,5	33,7	29,1

*Составлено авторами по данным [3]

**ЭДж – эксаджоуль (10^{18} Дж)

Аккас – гигантское нефтегазовое месторождение, которое было открыто в 1990 году Оно расположено в провинции Анбар и относится к нефтегазоносному бассейну Персидского залива. Оцениваемые запасы нефти составляют по меньшей мере 820 млн т, запасы газа – 2,15 трлн м³. Разработкой месторождения занимается компания «КазМунайГаз».

Месторождение Бадра расположено на территории провинции Вассит на востоке Ирака. По предварительным оценкам геологические запасы Бадры составляют 3 млрд барр. нефти. Проект разработки рассчитан на 20 лет с возможной пролонгацией на пять лет. Компанией-разработчиком месторождения выступает «Газпромнефть».

Месторождение «Западная Курна-2» – одно из крупнейших в мире месторождений нефти, расположено на юге Ирака в 65 км от города Басра. Геологические запасы нефти объемом в 35 млрд барр. содержатся в двух основных формациях – Мишриф и Ямама. Разработчиком месторождения является компания «Лукойл».

Нефти Ирака относятся к категории легких малосернистых и малосмолистых, поскольку они имеют плотности менее 900 кг/м³ в диапазоне от 844,3 до 867,6 кг/м³, содержание серы не превышает 3 % и характеризуются невысоким содержанием асфальтеновых примесей.

Запасы газа в Ираке на 2020 г. составляли 3,5 трлн м³. Около 70 % доказанных запасов приходится на попутный газ.

Более 80 % добываемой нефти идет на экспорт (табл. 2). Добыча нефти велась более высокими темпами (148 %), чем ее потребление внутри страны (128 %). В обоих случаях это более высокий рост, чем в мире – 106,9 % и 107,6 %, соответственно.

Таблица 2

Производство и потребление нефти в Ираке, тыс. барр./день

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Производство	2777	3079	3099	3239	3986	4423	4538	4632	4779	4114	4102
Потребление	564	619	688	650	630	687	720	847	720	629	722
Доля нефти на экспорт, %	79,7	79,9	77,8	79,9	84,2	84,5	84,1	81,7	84,9	84,7	82,4

Составлено авторами по данным [3]

Коэффициент опережения – отношение темпов роста добычи нефти в Ираке к темпам роста добычи нефти в мире, равен 1,38 (147,9/106,9), коэффициент опережения потребления нефти – 1,19 (128,0/107,6).

На юге Ирака нефть экспортируется в основном при помощи танкеров через порты Мина аль-Бакр, Хор аль-Амайя и Басры с общей пропускной способностью 4 млн барр. в сутки, а также через отдельные точечные причалы. В состав этой части транспортной инфраструктуры входят мощности следующих компаний: «Нефтяная танкерная компания» (*IOTC*), «Государственная организация по сбыту нефти» (*SOMO*), занимающаяся торговлей нефтью и обеспечивающая связи с организацией стран-экспортеров нефти; «Иракская национальная нефтяная компания», имеющая 5 танкеров для транспортировки нефти. К важнейшим территориальным направлениям экспорта энергоносителей можно отнести северное (турецко-иракский нефтепровод), западное (сирийско-иракский нефтепровод), юго-восточное (экспорт через Персидский залив), юго-западное (экспорт через Саудовскую Аравию и Красное море) [4]. Основными импортерами нефти являются КНР, Индия, Турция, США, Иран, Япония, Республика Корея.

В таблице 3 представлены данные по добыче и потреблению природного газа в Ираке. Можно отметить, что с 2017 года потребление газа в стране увеличивалось более высокими темпами по сравнению с добычей. Недостаток восполнялся за счет импорта, который повышался с каждым годом, достигнув пика в 2020 году (более 60 %).

Таблица 3

Производство и потребление газа в Ираке, млрд м³

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Производство	6,3	6,3	7,1	7,5	7,3	9,9	10,1	10,6	11,0	7,0	9,4
Потребление	6,3	6,3	7,1	7,5	7,3	9,9	11,4	14,6	19,5	18,5	17,1
Доля импорта газа, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	27,4	43,6	62,2	45,0

Составлено авторами по данным [3]

Несмотря на собственные запасы газа Ирак импортирует более 40 % потребляемого количества газа для тепловых электростанций. Основным поставщиком этого энергоресурса является Иран.

В настоящее время перед Ираком стоит задача восстановления и развития экономики после длительного периода политической и социальной нестабильности, сопровождавшегося военными конфликтами и имеющего последствиями разрушенную инфраструктуру, высокую безработицу и низкий уровень жизни при растущей в последние годы численности населения. Актуальной проблемой нефтегазового комплекса страны является дефицит инвестиций и слабые государственные ассигнования. Привлечение иностранных инвестиций в данных условиях становится приоритетным направлением государственной политики в нефтегазовой сфере.

Ирак подписал большое количество контрактов с иностранными компаниями на бурение новых нефтяных скважин и разработку месторождений в Киркуке, Багдаде, Басре, Майсане и Насирии. В стране также модернизируется нефтехимический комплекс. Расширяется география экспорта нефти:

планируется строительство магистрального нефтепровода из основной нефтеносной провинции Басра до порта Акаба в Красном море в Иордании.

Первостепенным фактором развития нефтегазовой отрасли стран – экспортеров энергоносителей, в т. ч. и Ирака, является мировой спрос на углеводороды. Сохранение стабильно высокого потребления нефти в развитых странах и стремительное увеличение потребления углеводородов развивающимися странами, особенно странами Азиатско-Тихоокеанского региона, способствуют расширению мирового рынка энергоносителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашкова, Е. В. Роль и место нефтяной отрасли в экономическом и политическом развитии Ирака / Е. В. Пашкова, Аль-Халиди Хайдер, Ибрагим Хассум // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2014. – С. 110–114.

2. Нефтегазовые месторождения: Ирак // Нефтяники: нефть и газ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.nftn.ru/oilfields/asia/iraq/36> (дата обращения 16.01.2023).

3. Статистический обзор мировой энергетики *BP Statistical Review of World Energy 2022 71st edition* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 17.01.2023).

4. Василенко, Н. В. Инфраструктура нефтяной промышленности Ирака: состояние, проблемы и новые вызовы / Н. В. Василенко, Т. А. Аль Саади // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021, № 12. – С. 20–28.

Dunskaya A. S., Teslyuk L. M.,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE OIL AND GAS COMPLEX OF IRAQ

В. Д. Жуков, Л. Л. Абржина,
Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

One of the main problems of world energy at present and in the near future is the problem of energy conservation. The gradual depletion of fossil fuel reserves, rising energy prices, a noticeable deterioration of the environmental situation, the ever-increasing competition in the world markets for food products and industrial products and services make the problem of rational energy consumption even more acute.

Комплексный план мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации (далее – комплексный план) предусматривает реализацию мероприятий, направленных на снижение энергоемкости ВВП Российской Федерации, как ключевого фактора экономического роста [1].

В качестве верхне-уровневого целевого показателя реализации комплексного плана установлен показатель снижения энергоемкости ВВП Российской Федерации за счет технологического фактора к 2030 году на 20 % от уровня 2017 года. Для достижения указанной цели появилась необходимость усиления мер государственной политики в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности в секторах экономики с наибольшим объемом потребления энергии [2].

Актуальная, в связи с этим, экономия топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) может быть реализована двумя способами. Во-первых, за счет усовершенствования технологических процессов и аппаратов, благодаря чему достигается повышение КПД и снижается расход топлива и энергии. Во-вторых, посредством утилизации вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), за счет которых можно получить 30–35 % сохранения ТЭР.

Актуальность широкого внедрения различных утилизационных мероприятий на предприятии и в промышленности в целом обусловлена также тем, что это позволяет существенно уменьшить вредное влияние технологических объектов и объектов энергетической промышленности на

организм человека и окружающую среду. Также утилизационные мероприятия вторичных топливно-энергетических ресурсов в целом призваны способствовать улучшению показателей энергоэффективности на всех уровнях производства и тем самым оказывать существенное влияние на снижение уровней энергопотребления в стране и мире в целом.

В системе различных технических энергосберегающих мероприятий в тепло- и энерготехнологиях выделяются три направления: утилизационные мероприятия, интенсивное энергосбережение и энергетическая модернизация. При внедрении утилизационных мероприятий речь идет об использовании «энергетических отходов» – ВЭР [3]. ВЭР подразделяются на следующие группы: горючие ВЭР; тепловые ВЭР; ВЭР избыточного давления [4].

ВЭР могут эксплуатироваться как без изменения вида энергоносителя для обеспечения производственного процесса топливом и теплотой или с изменением энергоносителя посредством выработки теплоты, холода, электроэнергии или механической работы в утилизационных установках. Схема использования ВЭР показывает отдельные потоки энергии, участвующие в производственном процессе и перерабатываемые технологическим оборудованием (рис.1) [4].

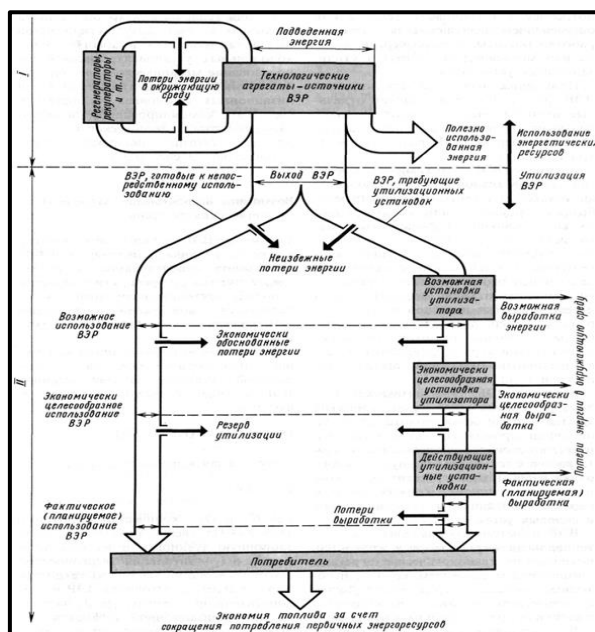


Рис. 1. Принципиальная схема использования ВЭР

По виду и характеристикам рабочих тел направления использования ВЭР делят на четыре основных: топливное (горючие компоненты выступают в качестве топлива); тепловое (используется теплота, получаемая непосредственно в виде ВЭР, теплоты или холода, получаемых с помощью ВЭР в утилизационных установках или в абсорбционных холодильниках); силовое (применение механической или электрической энергии, получаемой в утилизационных установках (станциях) посредством использования ВЭР; комбинированное (применение теплоты, механической или электрической энергии, одновременно вырабатываемых с помощью ВЭР) [4].

Предприятия черной и цветной металлургии, нефтеперерабатывающей и нефтехимической отрасли, предприятия химической промышленности, промышленности строительных материалов, а также газовой промышленности, тяжелого машиностроения и других отраслей хозяйства имеют наибольший запас вторичных топливно-энергетических ресурсов (рис. 2) [5].



Рис. 2. ВЭР металлургических предприятий

В наши дни на предприятиях отрасли черной металлургии используется около 30 % ВЭР от количества, определяемого полной утилизацией [4]. Менее 10 % ВЭР подвергается утилизации в доменном и коксохимическом производстве. Наибольший объем утилизации достигнут при производстве

мартеновской стали с помощью установки котлов-утилизаторов, которые используют теплоту отходящих газов и теплоту горячих технологических газов, а также посредством эксплуатации систем испарительного охлаждения. Такое охлаждение, позволяет повысить КПД этих печей от 15–20 до 25–35 %, а также сократить расходы охлаждающей воды и тем самым уменьшить расход энергии на перекачку воды [6].

Производства нефтепродуктов, синтетических каучуков и синтетических спиртов, а также сажи являются одними из основных источников ВЭР. На предприятиях по получению синтетического каучука и спирта количество ВЭР составляет 35–40 % их общего потребления энергии. Общая потребность в теплоте на заводах синтетического каучука реализуется примерно на 25 % за счет утилизации тепловых ВЭР [4, 5]. Степень утилизации ВЭР находится в зависимости от величины, структуры и режима энергопотребления, а также от вида, характеристик и количества образующихся ВЭР [3].

К сожалению, на некоторых предприятиях вторичные энергоресурсы до сих пор считаются бросовыми и, например, в себестоимости утилизационного пара не учитывается стоимость теплоты отходящих газов. На самом же деле затраты труда на производство основной продукции есть одновременно и затраты на образование побочной продукции и отходов. Отходы не имеют потребительской стоимости до тех пор, пока не появятся технические возможности их рационального использования на предприятии.

Таким образом, использование ВЭР в настоящее время является важным фактором энергосбережения на предприятии и в целом на производстве в России и мире. Тем не менее проблему ВЭР следует рассматривать с двух сторон: совершенствования производства в целях снижения выхода ВЭР и, если они образуются, их полного и рационального использования. Это объясняется тем, что значительный выход ВЭР в ряде теплотехнических процессов не является достоинством. Рационально построенная энергетика технологического процесса должна обеспечивать максимально использование теплоты с минимальными потерями (отходами), что, в итоге, должно создавать безотходную технологию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков, Н. П. Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях: учебное пособие / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова. – Тамбов: ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 244 с.

2. Комплексный план мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации (проект от 11.08.2020). – М.: Минэкономразвития России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.economy.gov.ru/material/file/3723842eac0fb0c0e7a789f2b8996ecb/plan_meropriyatiy.pdf (дата обращения: 31.03.2023).

3. Классификация и значение топливно-энергетических ресурсов в производственной деятельности предприятия. – Саранск: Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» – 2014, № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [file:///C:/Users/Thin/Downloads/klassifikatsiya-i-znachenie-toplivno-energeticheskikh-resursov-v-proizvodstvennoy-deyatelnosti-predpriyatiya%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Thin/Downloads/klassifikatsiya-i-znachenie-toplivno-energeticheskikh-resursov-v-proizvodstvennoy-deyatelnosti-predpriyatiya%20(3).pdf) (дата обращения: 25.03.2023).

4. Сибикин, М. Ю. Технология энергосбережения : учебник / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2014. – С. 254–272.

5. Сибикин, Ю. Д. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов: монография / Ю. Д. Сибикин, А. З. Чулков, И. Г. Кухаренко. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2018. – 76 с.

6. Жук, В. Л. Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях: учебное пособие / В. Л. Жук, В. И. Заика, И. В. Тупилко. – М., Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – С. 5–23.

V. D. Zhukov, L. L. Abrzhina,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

USE OF SECONDARY FUEL AND ENERGY RESOURCES AT THE ENTERPRISE

О. С. Залыгина,
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Беларусь*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

It is proposed to improve the system for handling waste from galvanic production, namely, the use of sewage sludge to obtain colored glaze coatings, the processing of spent electrolytes and galvanic sludge to obtain pigments. This will reduce the impact of electroplating production on the environment, expand the raw material base of the ceramic industry, as well as obtain pigments, which are currently not produced in the Republic of Belarus.

Гальванические (электрохимические) покрытия являются одним из самых распространенных методов защиты изделий от коррозии, придания им необходимых эксплуатационных характеристик и декоративных свойств: повышенной твердости и износостойкости, высокой отражательной способности, поверхностной электропроводности, облегчения паяемости и т. д. Гальванические технологии широко применяются в машиностроении, приборостроении, авиационной, электронной и радиотехнической промышленности, в других областях. Важным преимуществом гальванического производства является простота технологических процессов и экономичность, возможность нанесения покрытий на детали сложной конфигурации.

В настоящее время в Беларуси насчитывается более 140 различных предприятий, на которых функционирует гальваническое производство. Среди них ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Белорусский металлургический завод», ОАО «Минский подшипниковый завод», ОАО «БелАЗ», ОАО «Минский автомобильный завод» и многие другие промышленные предприятия [1].

Гальваническое производство оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду, в т. ч. вследствие образования отходов, которые можно разделить на три вида – осадки сточных вод гальванического производства (ОСВ ГП), отработанные электролиты и гальваношламы. В настоящее время осадки сточных вод гальванического производства в большинстве случаев хранятся на территории предприятий, создавая угрозу загрязнения окружающей среды. Отработанные электролиты и гальваношламы, как правило, поступают на

локальные очистные сооружения вместе с промывными сточными водами, тем самым затрудняя их работу вследствие периодического резкого повышения концентрации загрязняющих веществ. Также с отходами гальванического производства безвозвратно теряются многие ценные компоненты. Поэтому целью работы является совершенствование системы обращения с отходами гальванического производства путем вовлечения их в хозяйственный оборот, что позволит снизить воздействие на окружающую среду, а также обеспечить экономию средств, предназначенных для добычи или приобретения сырья.

В литературе предлагаются различные способы переработки осадков сточных вод гальванического производства [2], наиболее распространенным является их использование в производстве керамического кирпича. Однако при этом теряются ценные свойства компонентов, входящих в состав осадков сточных вод гальванического производства, а именно соединений тяжелых металлов, которые обладают хромофорными свойствами.

В работе были исследованы осадки сточных вод гальванического производства пяти белорусских предприятий. Их элементный состав, определённый методом электронно-микроскопического анализа на сканирующем электронном микроскопе *JSM-5610 LV* с системой электронно-зондового энергодисперсионного химического анализа *EDX JED-2201 (JEOL, Япония)*, представлен в таблице 1.

Анализ элементного состава осадков сточных вод гальванического производства свидетельствует о высоком содержании железа во всех исследуемых отходах за исключением ОСВ ГП предприятия № 4. Это осадок после очистки сточных вод от процесса меднения, имеющий зеленоватый цвет. Также следует отметить повышенное содержание хрома в осадке сточных вод предприятия № 5, на котором преобладающим процессом является хромирование.

Исходя из состава осадков сточных вод гальванического производства, было предложено их использование при получении цветных глазурей. Для получения опытных образцов использовалась бесцветная глазурь

ОАО «Керамин», в которую добавляли по 15 масс. % высушенного осадка сточных вод гальванического производства различных предприятий. Глазурь наносилась на керамическую плитку методом полива. После высушивания проводился обжиг с изотермической выдержкой при температуре 1000 °С в течение часа.

Таблица 1

Элементный состав осадков сточных вод гальванического производства различных предприятий Республики Беларусь

Элемент	Предприятие № 1	Предприятие № 2	Предприятие № 3	Предприятие № 4	Предприятие № 5
C	11,48	10,40	13,21	–	31,81
O	27,86	24,5	26,51	13,56	27,36
Na	1,26	4,78	–	0,85	0,62
Mg	0,87	1,40	–	–	0,25
Al	0,15	0,39	0,11	–	2,49
Si	2,06	1,52	1,16	0,14	0,66
P	0,72	0,52	2,65	–	1,42
K	0,14	0,02	–	–	0,1
Cl	0,64	0,14	–	10,93	–
Ca	4,96	1,41	4,04	–	1,18
Cr	5,22	8,55	8,11	–	19,94
Fe	41,27	15,38	25,63	–	7,95
Zn	3,37	28,22	17,42	–	3,74
S	–	2,46	1,16	–	2,48
Cu	–	0,11	–	74,52	–
Ni	–	0,20	–	–	–

Во всех случаях была получена цветная глазурь, цвет которой зависит от состава добавляемого отхода. Первые три образца имеют коричневый цвет, что обусловлено наличием в осадках сточных вод предприятий № 1, № 2 и № 3 железа (таблица 1). Самое большое содержание железа (41,27 масс. %)

наблюдается в ОСВ ГП предприятия № 1, что обусловило темно-коричневый цвет глазурного покрытия.

В осадке сточных вод предприятия № 4 железо отсутствует. Этот отход характеризуется высоким содержанием меди (74,52 масс. %), чем обусловлен бирюзовый цвет глазури. Осадок сточных вод гальванического производства предприятия № 5 содержит такие хромофорные элементы, как хром и железо, что обеспечивает темно-горчичный цвет глазури.

Цвета образцов керамической глазури также определялся с помощью атласа, основанного на цветовых моделях *RGB* и *CMYK* (таблица 2). *RGB* – цветовая модель, описывающая способ кодирования цвета для цветовоспроизведения с помощью трех основных цветов: красного, зеленого и синего. *CMYK* – цветовая модель, использующая голубой, пурпурный и желтый в роли основных цветов, а также черный цвет.

Таблица 2

Колористические характеристики опытных образцов

Номер предприятия	Цвет полученного образца	Шестнадцатеричное значение цвета	Цветовая модель <i>RGB</i>			Цветовая модель <i>CMYK</i>			
			R	G	B	C	M	Y	K
1	Бистр	#3D2B1F	61	43	31	0	30	49	76
2	Бледно-коричневый	#987654	152	118	84	0	22	45	40
3	Красновато-коричневый	#755A57	117	90	87	49	60	56	26
4	Зелень Гинье	#40826D	64	130	109	0	16	49	169
5	Ксанаду или Занаду	#738678	115	134	120	14	0	10	47

Переработке отработанных электролитов в настоящее время уделяется меньше внимания, по-видимому, вследствие небольшого объема их образования. В литературе встречаются такие направления переработки отработанных электролитов, как их регенерация, извлечение металлов, получение катализаторов, пигментов и других ценных продуктов (препаратов для защиты древесины от гниения, удобрений, микроэлементных добавок) [3]. В работе

предлагается использовать отработанные электролиты для получения пигментов, производство которых в Республике Беларусь отсутствует.

Путем осаждения ионов тяжелых металлов из отработанных электролитов различными реагентами (фосфатом и гидроксидом натрия) с последующей термообработкой (сушкой либо прокаливанием) были получены пигменты различной цветовой гаммы: белые из отработанных электролитов цинкования; зеленые, желтые и черные из отработанных электролитов никелирования; зеленые из отработанных электролитов хромирования; бирюзовые из отработанных электролитов меднения.

Гальваношламы образуются в процессе эксплуатации гальванических ванн в очень малых количествах. В их состав в основном входят соединения железа. Поэтому предлагается использовать их также для производства пигментов либо железосодержащих коагулянтов.

Таким образом, предлагается совершенствование системы обращения с отходами гальванического производства, а именно использование осадка сточных вод для получения цветных глазурных покрытий, переработка отработанных электролитов и гальваношламмов с получением пигментов. Это позволит снизить воздействие гальванического производства на окружающую среду, расширить сырьевую базу керамической промышленности, а также получить пигменты, производство которых в настоящее время в Республике Беларусь отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марцуль, В. Н. [и др.] Очистка сточных вод гальванических цехов предприятий Республики Беларусь // Труды БГТУ. Химическая технология неорганических материалов и веществ. – 2013, № 3. – С. 61–66.

2. Бабков, В. В. Утилизация осадков сточных вод гальванических производств / В. В. Бабков, Д. М. Закиров, А. Н. Чулков, Е. М. Иксанова. – Москва : Руда и металлы, 2003. – 272 с.

3. Zalyhina, V. S. Analysis of the sources of formation of the waste electrolytes of the electrolyte production and methods of their processing / V. S. Zalyhina, N. E. Zhuravska, V. I. Cheprasova // *Modern engineering and innovative technologies*. – 2022, Issue 19, Part 1, December–February. – P. 57–67.

Volha S. Zalygina,
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

**IMPROVEMENT OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM OF
ELECTRONIC PRODUCTION**

А. Д. Комиссарова, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ВЕНЕСУЭЛЫ

This article presents an assessment of oil and gas reserves in Venezuela, an analysis of the production and consumption of hydrocarbons in the country for the period from 2011 to 2021. The main problems and prospects for the development of the country's oil and gas complex are determined.

Венесуэла (официальное название: Боливарианская Республика Венесуэла с 2000 года) с населением 28,436 млн чел. (данные за 2020 год) в последние десять лет переживает затяжной экономический кризис. В период с 2011 по 2021 годы ВВП страны уменьшился на 357,85 млрд долл. (71 %) до 148,45 млрд долл., ВВП на душу населения в стране сократился на 12,385 тыс. долл. до 5,141 тыс. долл. Венесуэла в рейтинге из 196 стран по ВВП за этот период опустилась с 34 на 79 место, по ВВП на душу населения – с 78 по 145 место.

Основным фактором, определяющим экономическое развитие Венесуэлы, является нефть. С момента открытия первого месторождения и по сегодняшний день доходы от продажи нефти составляют 9/10 стоимости экспорта, а налоги – примерно половину государственного бюджета. Венесуэла входит в Организацию стран-экспортеров нефти (ОПЕК) с момента ее основания в 1960 году. Наличие на территории страны значительных запасов энергетических ресурсов служит предпосылкой для создания территориально-производственных комплексов, развития энергоемких отраслей промышленности и определяет структуру их потребления.

В данной статье приведена оценка запасов нефти и газа в Венесуэле, рассмотрена динамика добычи и потребления углеводородов в стране за период с 2011 по 2021 год, выявлены основные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса страны.

Венесуэла входит в топ-десятку стран по уровню запасов нефти и газа. Страна занимает первое место по доказанным запасам нефти, которые на 2020 год составляли 48 млрд т [1]. При этом 87,8 % всех запасов страны

представлено сверхтяжелой и битуминозной нефтью (*API* – около 9°, вязкость – 1500–4500 сП). Основная часть запасов нефтяного сырья (92,9 %) сосредоточена в пределах бассейна «*Oriental*». Важнейшими месторождениями бассейна являются *Cerro Negro* (9,0 млрд т) и *Zuata Principal* (8,6 млрд т), расположенные на территории пояса р. Ориноко. Крупнейшими месторождениями Венесуэлы, не входящими в структуру пояса р. Ориноко, являются *Tia Juana Lago* (379 млн т), *Bloque 7 Ceuta* (282 млн т), *Boscan* (213 млн т), *Bachaquero Lago* (213 млн т), *Santa Barbara* (186 млн т), *Mulata* (232 млн т) и *El Furrial* (128 млн т).

По разведанным запасам природного газа – 6,3 трлн. м³ (3,3 % мировых запасов) Венесуэла находится на восьмом месте в мире и на первом месте в латиноамериканском континенте. По сравнению с 2000 году ее запасы увеличились на 37 %. Обладая одними из крупнейших запасов природного газа в мире, которые растут с каждым годом, Венесуэла их практически не использует. Газ используется в основном только как технологическое сырье, для закачки в нефтеносные пласты с целью повышения их отдачи. Добыча газа ведется попутно, при разработке нефтяных месторождений (91 % резервов газа добывается совместно с сырой нефтью).

К наиболее перспективным (из пяти разведанных), газоносным районам страны относится Маракайбский бассейн, к которому примыкает прибрежная зона Боливар. Второй по запасам – Оринокский, на долю которого приходится 35 % запасов газа. Добыча природного газа в Венесуэле является прерогативой национальной компании *PDVSA*.

Обладая крупнейшими запасами нефти и газа в мире (17,5 % и 3,3 %), Венесуэла имеет очень маленькую долю добычи в мире – 0,7 % и 0,6 %. В таблицах 1–3 отражены данные по производству и потреблению нефти, газа и нефтепродуктов в период с 2011 по 2021 год, а также доля страны в мире.

Добыча нефти в стране сократилась с 2755 тыс. барр./сут. в 2011 году до 654 тыс. барр./сут. в 2021 году. При этом в отдельные месяцы добыча опускалась до 300 тыс. барр./сут. – это меньше, чем добывалось на заре нефтяной индустрии Венесуэлы, в конце 1920-х годов.

А на пике развития своей нефтяной отрасли, в середине 1970-х годов, Венесуэла производила до 3,7 млн барр./сут. С 2011 по 2021 год мировое производство нефти выросло с 84050 тыс. барр./сут. до 89877 тыс. барр./сут. Таким образом, доля Венесуэлы в мировой добыче сократилась с 3,3 % до 0,7 %.

Таблица 1

Производство и потребление нефти в Венесуэле, тыс. барр./день

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Производство	2755	2704	2680	2692	2864	2566	2220	1631	1022	640	654
Потребление	721	785	835	746	697	537	493	410	339	277	289
Избыток, %	73,8	71,0	68,8	72,3	75,7	79,1	77,8	74,9	66,8	56,7	55,8

Составлено авторами по данным [2]

Также сократилось и потребление нефти с 721 барр./сут. в 2011 году до 289 барр./сут. в 2021 году. При этом мировое потребление за этот период выросло на 7,6 %. Коэффициент опережения темпов роста добычи нефти в Венесуэле по отношению к темпам роста добычи нефти в мире равен 0,22 (23,73/106,9).

Крупнейшим импортером нефти из Венесуэлы являются США. В 2016 году объем поставок составил 36,7 млн т. В страны Азии было экспортировано 40,8 млн т, в т. ч. в Индию – 21,4 млн т, в Китай – 17,7 млн т. В страны Карибского региона было поставлено 10,1 млн т, в Европу – 3,2 млн т нефти. Экспорт нефти из Венесуэлы осуществляется исключительно морским транспортом. Основными нефтеэкспортными портами являются: Маракайбо – крупнейший в Южной Америке (нефтеналивные терминалы *Puerto Miranda* мощностью 48 млн т нефти в год), *La Salina* и *Bajo Grande*, Пунта-Кардон и Хосе.

Венесуэла располагает вторыми по величине запасами газа на американском континенте после США. В 2021 году Венесуэла добыла 24 млрд м³ природного газа и потребила ровно столько же, что на 25,53 % и 27,9 % меньше, чем в 2011 году. С 2016 году страна добывает ровно столько газа, сколько необходимо для потребления. Доля Венесуэлы в мировой добыче газа также сократилась на 0,3 %, а потребление – на 0,4 %.

Таблица 2

Производство и потребление природного газа в Венесуэле, млрд м³

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Производство	30,2	31,9	30,6	31,8	36,1	37,2	38,6	31,6	25,6	21,6	24,0
Потребление	33,3	34,6	32,3	34,0	37,0	37,2	38,6	31,6	25,6	21,6	24,0
Дефицит, %	10,3	8,5	5,6	6,9	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Составлено авторами по данным [2]

Коэффициент опережения темпов роста добычи газа в стране по отношению к темпам роста добычи газа в мире равен 0,64 (79,47/123,9).

Таблица 3

Динамика объемов нефтепродуктов в Венесуэле, тыс. барр./день

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Производство	991	936	952	920	863	654	544	306	135	123	169
Произв. мощность (ПМ)	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303
Коэфф. использования ПМ, %	76,1	71,8	73,1	70,6	66,2	50,2	41,7	23,5	10,4	9,4	13,0

Составлено авторами по данным [2]

На протяжении одиннадцати лет производственные мощности Венесуэлы сохранялись на одном уровне, а именно 1303 тыс. барр. в день. При этом коэффициент использования производственной мощности упал на 63,1 %. В 2021 году страна использовала свои мощности лишь на 13 %. Производство нефтепродуктов снизилось с 991 тыс. барр./сут. в 2011 году до 169 тыс. барр./сут. в 2021 году в связи с сокращением добычи сырой нефти и уменьшением притока инвестиций в нефтяную отрасль. Доля Венесуэлы в мировом производстве нефтепродуктов сократилась на 1,1 % и в 2021 году составила 0,2 %.

Анализ существующей ситуации [3–6] свидетельствует о глубоком кризисе венесуэльской нефтяной промышленности, обусловленный совокупностью внутренних и внешних факторов, как экономических, так и политических. Среди внутривнутриполитических причин можно выделить общую

дестабилизацию политической ситуации в стране, снижение управляемости экономических процессов и рост социальной напряженности.

Но внешние обстоятельства также сыграли большую роль. С одной стороны, определяющей причиной кризиса венесуэльской нефтяной отрасли стал политический конфликт с США, основным покупателем венесуэльской нефти. Против Венесуэлы было введено тотальное экономическое эмбарго, заморозившее все активы правительства страны и связанных с ней организаций, находящихся в США, и запретившее любые экономические операции с ними. Были установлены также адресные санкции против нефтяной отрасли.

С другой стороны, сложившаяся ситуация на мировом рынке, приведшая к значительному падению мировых цен на нефть, оказала также негативное влияние на объемы экспорта нефти из страны. Сланцевая революция в США привела к опережающему росту предложения по отношению к спросу. С 2011 по 2021 год добыча нефти в США выросла более чем в два раза, что позволило отказаться от импорта сырья из Венесуэлы. В 2020 году в период коронавируса карантинные ограничения также привели к значительному сокращению мирового спроса на углеводороды и резкому падению цен на нефть.

Чтобы вернуться к прежнему уровню развития нефтяной отрасли в Венесуэле, государство должно преодолеть множество проблем, в т. ч. нехватку инвестиций и технологическую отсталость, а также улучшить доступ к промышленности для иностранных компаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический обзор мировой энергетики *BP Statistical Review of World Energy 2021 70st edition* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения: 17.01.2023).

2. Статистический обзор мировой энергетики *BP Statistical Review of World Energy 2022 71st edition* [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 17.01.2023).

3. Чадаева, Э. А. Влияние изменений экономических нагрузок на деятельность иностранных нефтегазовых компании в Венесуэле / Э. А. Чадаева, Кальюни Элвис Охеда // Вестник РУДН. Серия: Экономика. – 2021, № 2. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-izmeneniy-ekonomicheskikh-nagruzok-na-deyatelnost-inostrannyh-neftegazovyh-kompanii-v-venesuele> (дата обращения: 17.01.2023).

4. Чадаева, Э. А. Нормативно-правовая база для привлечения внешних инвестиций в нефтегазовый сектор Венесуэлы / Э. А. Чадаева, // Вестник РУДН. Серия: Экономика. – 2020. № 2. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/normativnopravovaya-baza-dlya-privlecheniya-vneshnih-investitsiy-v-neftegazovyy-sektor-venesuely> (дата обращения: 17.01.2023).

5. Андрианов, В. В. Венесуэльская нефть: возможен ли come back? / В. В. Андрианов // Латинская Америка. – 2022, № 4. – С. 55–72.

6. Оценка перспектив венесуэльской нефти на мировом рынке // Рамблер/финансы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://finance.rambler.ru/markets/49772051-ekspert-otsenil-perspektivy-venesuelskoy-nefti-na-mirovom-rynke/> (дата обращения: 17.01.2023).

A. D. Komissarova, L. M. Teslyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

CURRENT STATE AND PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE OIL AND GAS COMPLEX OF VENEZUELA

Н. В. Лосева¹, Ю. О. Эдилова², В. И. Салоутин², Д. Н. Бажин^{1,2},
Л. Л. Абржина¹,

¹Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

²Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского, УрО РАН,
Екатеринбург, Россия

СИНТЕЗ ЕНАМИНОКЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ АЛКОКСИЕНОНОВ

1,3-Diketenes are promising polyfunctional building blocks that can be used to obtain complex aliphatic, aromatic, and heterocyclic structures. The presence of fluorinated carbon radicals in the alkoxyenone molecule significantly affects its properties and reactivity, which makes it possible to use these substances in the development of green chemistry and increases the environmental safety of synthesis processes.

Химия фторсодержащих алкоксиенонов и их применение в синтезе активно изучаются в Институте Органического Синтеза им. И. Я. Постовского. Эти полифункциональные органические соединения проявили себя как перспективные «билдинг-блоки» для создания сложных алифатических, ароматических и гетероароматических структур, которые помимо индивидуальной биологической активности могут являться полидентатными лигандами при получении комплексов переходных металлов [1, 2]. Также ранее были получены и исследованы *моно-* и *бис-*эферы на основе ароматических и алифатических диаминов [3].

Также существуют иностранные исследования, описывающие подобные фторсодержащие производные, методики их синтеза и свойства, применение в получении координационных соединений с фторированными и нефторированными представителями ряда 1-алкил- или 1-арил-3-оксобут-1-енов в качестве лигандов [4]. Кроме того, известны исследования, нацеленные на получение гетероциклических молекул на основе галогенированных дикетонов, обладающих противовоспалительным и обезволивающим действием [5, 6].

Данная научно-исследовательская работа продолжает ряд ранее полученных фторсодержащих енаминокетон, расширяя известные данные о свойствах и методах получения и описывая новые структуры. Полученные молекулы способны к комплексообразованию благодаря наличию в структуре

атомов азота. Подобные координационные соединения чаще всего используются как катализаторы, но могут быть протестированы и на индивидуальную биологическую активность, что открывает перспективы исследования.

Как упоминалось ранее, одним из синтетических эквивалентов, позволяющим в мягких условиях вводить в молекулу трифторметильную группу, выступают (алкоксивинил)трифторметил кетоны. Это универсальные строительные блоки, обладающие высокофункциональной структурой, состоящей из различных реакционных центров – как нуклеофильных, так и электрофильных (рис. 1).

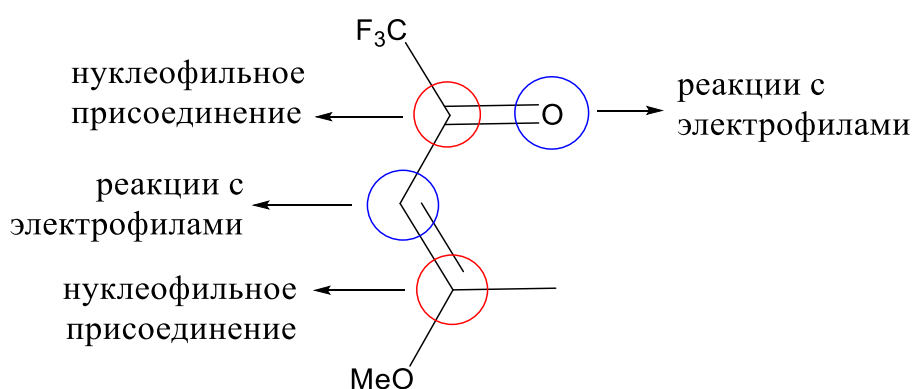


Рис. 1. Реакционные центры 1,1,1-трифтор-4-метоксипент-3-ен-2-она

Нами были использованы алкоксиеноны, обладающие различными заместителями, а, следовательно, и различной реакционной способностью, для конденсации с алифатическими, ароматическими и гетероароматическими аминами (Рис.2. Схема 1).

Реакции проходят достаточно быстро (до 6 часов), в мягких условиях (10-20 °С). Контроль за процессом протекания реакции осуществляется при помощи тонкослойной хроматографии. Полученные продукты имеют различное агрегатное состояние: производные алифатических аминов, как правило, являются темно-коричневыми маслянистыми жидкостями или желтыми аморфными осадками, хранение которых возможно только при температуре -10-0 °С, в противном случае они становятся непригодными для дальнейшего синтеза.

Также были получены производные *бис*- и *трис*-аминов, являющиеся светло-желтыми мелкокристаллическими осадками (Рис. 3. Схема 2).

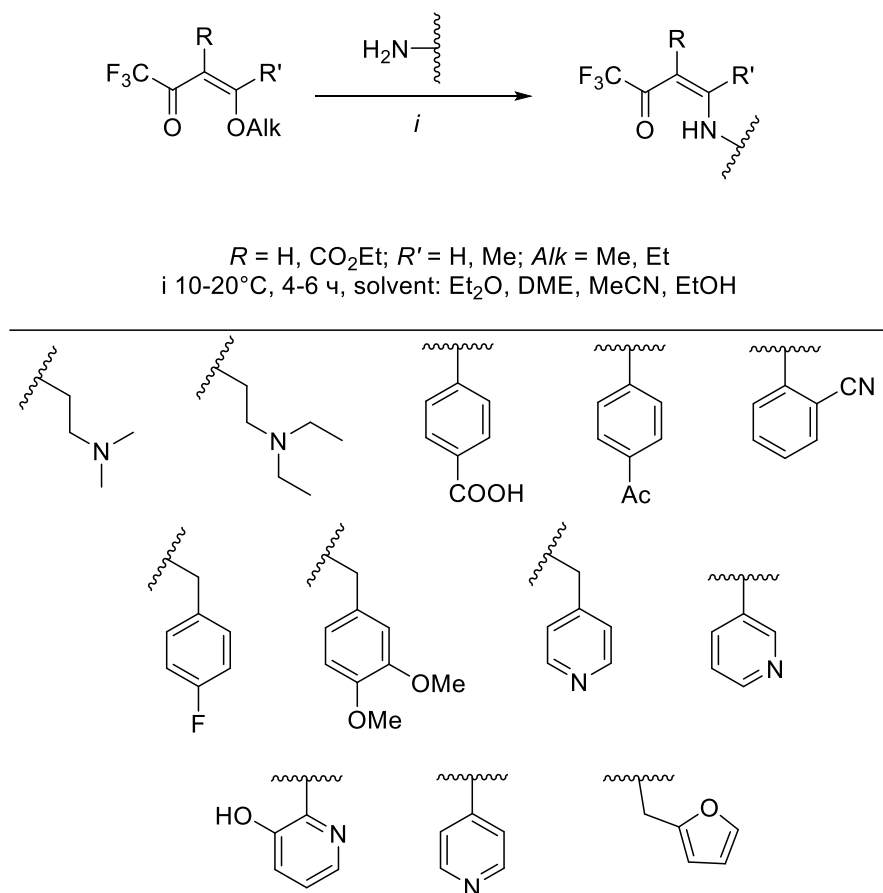


Рис. 2. Схема 1. Общий метод синтеза фторсодержащих алкоксиенонов

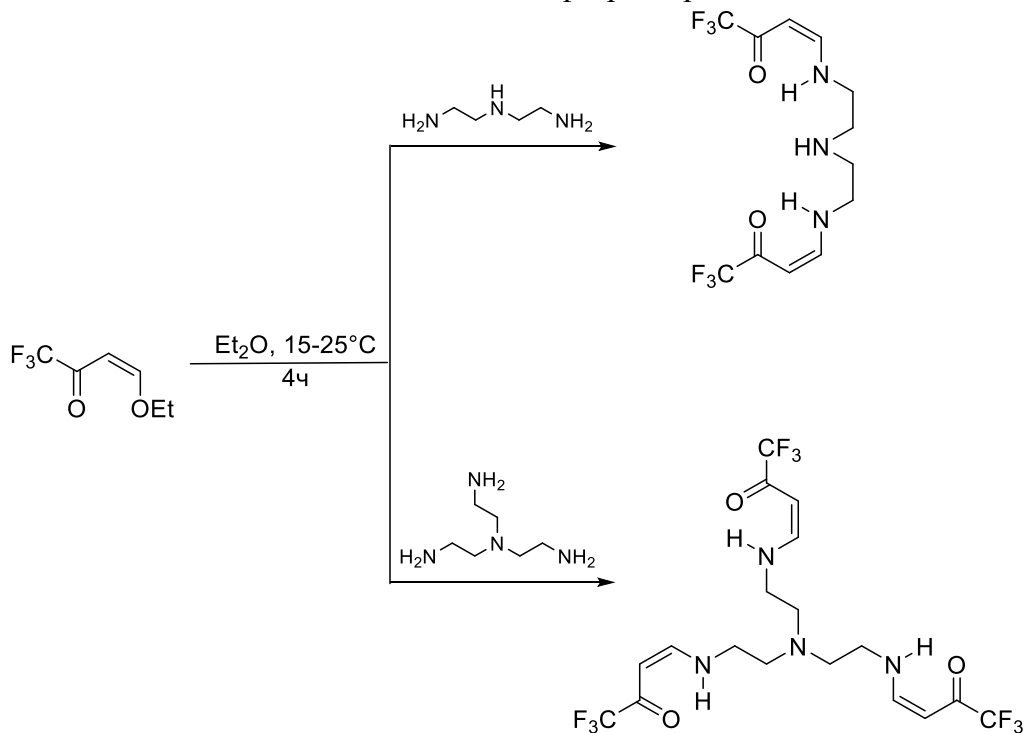


Рис. 3. Схема 2. Получение *бис*- и *трис*-енаминокетонов

Продукты конденсации фторсодержащих алкоксиенонов с ароматическими и гетероароматическими аминами в большинстве своем являются мелкокристаллическими осадками от бесцветных до оранжевых и светло-коричневых, которые хранятся при комнатной температуре длительное время без заметных изменений.

Важно также отметить, что подбор растворителя для реакции осуществляется в зависимости от растворимости исходного амина. Таким образом, нами были использованы в различных случаях диэтиловый эфир, диметоксиэтан, этанол, ацетонитрил, хлороформ, хлористый метилен.

Очистка полученных продуктов проводилась с помощью перекристаллизации, фильтрования с последующим промыванием осадка гексаном или экстракцией. Значительным преимуществом полученных енаминокетонов выступает тот факт, что подобная материя не требует трудоемкого процесса выделения с большими затратами растворителей и длительным их подбором, коим является, например, деление вещества на хроматографической колонке. Выход конечного продукта значительно зависит от структуры участвующего в реакции амина и составляет от 40 до 82 %. Было отмечено, что наиболее продуктивны реакции между *para*-замещенным ароматическим анилином и алкоксиеноном с этоксиметилиденовой группой при втором атоме углерода.

Полученные енаминокетоны могут быть использованы для синтеза комплексных соединений с атомами переходных металлов. К примеру, реакция 4,4,4-трифтор-(1-(пиридин-4-ил)амино)бут-1-ен-3-она с ацетатом кобальта в метаноле дает комплекс, структура которого приведена на рисунке 4 (Схема 3). Строение было подтверждено с помощью элементного анализа.

Подобные координационные соединения рассматриваются как многообещающие катализаторы, поэтому следующим этапом нашей работы является проверка их возможных каталитических свойств на примере реакций окисления. Кроме того, в научной литературе существуют данные о

биологической активности комплексов енаминокетонов, что открывает перспективу дальнейшей исследовательской работы.

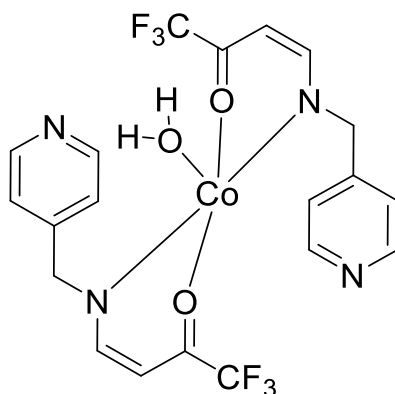


Рис. 4. Схема 3. Кобальтовый комплекс 4,4,4-трифтор-(1-(пиридин-4-ил)амино)бут-1-ен-3-она

Таким образом, работа расширяет фундаментальные знания о свойствах и доступных методах применения в синтезе фторсодержащих алкоксиенонов.

Применение фторированных алкоксиенонов для синтеза полидентатных лигандов является перспективным и интересным направлением, т. к. содержание фтора в молекуле значительно меняет распределение в ней электронной плотности и свойства вещества. Поэтому те реакции, которые с нефторированными аналогами идут либо в жестких условиях, либо не идут совсем, с трифторалкоксибутенами можно проводить при комнатной температуре или охлаждении. Это соответствует принципу зеленой химии, в котором предпочтение отдается менее энергозатратным реакциям, идущим при давлении и температуре окружающей среды.

Полученные комплексные соединения могут применяться в качестве катализаторов в реакциях окисления, причем требуется совсем небольшое количество катализатора, около 0,1–0,2 % (мольных).

Также в литературе есть информация о рениевых комплексах с фторсодержащими енаминокетонами в качестве лигандов [4]. Эти координационные соединения за счет своей термостойкости могут катализировать высокотемпературные реакции и делать условия их протекания менее жесткими, что также соответствует принципам зеленой химии за счет

повышения степени конверсии, снижения количества отходов и энергозатрат на достижение необходимой температуры, что также повышает экологическую безопасность процессов синтеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Edilova, Yu. O. Influence of Trifluoromethyl Groups on the Crystal Packing of the Binuclear Copper (II) Complex Based on N₂O₃-Pentadentate (Hydroxy)bis(CF₃-Enaminoketone) / Yu. O. Edilova, Yu. S. Kudyakova, P. A. Slepukhin, Ya. V. Burgart, V. I. Saloutin, D. N. Bazhin // Russ. J. Coord. Chem. – 2021. – Vol. 47, № 9. – P. 631–637.

2. Pryadeina, M. V. Synthesis and structure of 2-ethoxy- and 2-aminomethylidene-3-fluoroalkyl-3-oxopropionates / M. V. Pryadeina, Ya. V. Burgart, V. I. Saloutin, P. A. Slepukhin, O. N. Kazheva, G. V. Shilov, O. A. D'yachenko, O. N. Chupakhin // Russ. J. Org. Chem. – 2007. – Vol. 43, № 7. – P. 945–955.

3. Saloutin, V. I. Polyfluoroalkylated 2-ethoxymethylene- 3-oxo esters: synthesis and chemical properties overview / V. I. Saloutin, Y. S. Kudyakova, M. V. Goryaeva, Y. V. Burgart, O. N. Chupakhin // Pure and Applied Chemistry. – 2017. – Vol. 89, № 8. – P. 1209–1222.

4. Frank, M. Volatile Rhenium(I) Compounds with Re–N Bonds and Their Conversion into Oriented Rhenium Nitride Films by Magnetic Field-Assisted Vapor Phase Deposition / M. Frank, L. Jürgensen, J. Leduc, D. Stadler, D. Graf, I. Gessner, F. Zajusch, T. Fischer, M.-A. Rose, D. N. Mueller, S. Mathur // Inorg. Chem. – 2019. – Vol. 58, № 15. – P. 10408–10416.

5. Aquino, E. da C. Chemoselective Synthesis of 1-Substituted 4-Amino-2-(trifluoromethyl)-1 H -pyrroles through the Heterocyclization Reaction of 4-Methoxy-5-bromo-1,1,1-trifluoropent-3-en-2-ones with Amines / E. da C. Aquino, G. Leonel, V. C. Gariboti, C. P. Frizzo, M. A. P. Martins, H. G. Bonacorso, N. Zanatta // J. Org. Chem. – 2015. – Vol. 80, № 24. – P. 12453–12459.

6. Martins, M. A. Regiospecific Allylic Mono- and Dibromination of 4-Methoxy-1,1,1-trihalo-3-alken-2-ones and 5-Methoxy-1,1,1,2,2-pentafluoro-4-hexen-

2-one, and their Applications to the Synthesis of Heterocycles / M. A. Martins, A. P. Sinhorin, A. da Rosa, A. F. Flores, A. D. Wastowski, C. M. P. Pereira, D. C. Flores, P. Beck, R. A. Freitag, S. Brondani, W. Cunico, H. G. Bonacorso, N. Zanatta // *Synthesis*. – 2002, № 16. – P. 2353–2358.

N. V. Loseva,¹ Yu. O. Edilova,² V. I. Saloutin,² D. N. Bazhin^{1,2}, and
L. L. Abrzhina,¹

¹*Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia*

²*Institute of Organic Synthesis I. Ya. Postovsky, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia*

SYNTHESIS OF ENAMINOKETONES BASED ON FLUORINE- CONTAINING ALKOXIENONE

Н. Ю. Макаревич,
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

МЕТОД РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Considering in detail the issue of waste generation, it can be noted, that it affects all spheres of activity: from the economy and the social sector to the state of the environment as a whole. The imperfection of technological processes contributes to their accumulation, which indicates the irrational use of the extracted raw materials. An integrated method of processing fabricated waste, as one of the solutions to the problem of global importance.

В настоящее время практически в любом производстве образуются от одного до нескольких видов отходов, различающихся между собой классами опасности, объемами, по составу (органические / неорганические) и другим показателям. Острой проблемой становится их утилизация без нанесения ущерба окружающей среде, что затрагивает глобально все живое на земле. Ежегодное сокращение общемировых запасов природно-сырьевых ресурсов способствует повышению значимости вовлечения в хозяйственный оборот вторичных ресурсов, альтернативных источников энергии, организации эффективной системы ресурсосбережения на всех уровнях управления и регулирования хозяйственной деятельности, различных этапах производства и потребления продукции [1].

Основополагающим вектором в данном направлении является ресурсосбережение, которое позволяет избежать экономические потери, улучшить динамику производства и благоприятно влияет на экологию при правильном использовании техногенных отходов. Данный подход основан на переходе любого вида деятельности на технологию безотходного производства, либо максимального минимизирования отходов и потребления энергоресурсов при их переработке в целевую продукцию.

Анализируя график образования отходов в Республике Беларусь с 2005 по 2021 года (рис.), наблюдается их стойкое увеличение практически в два раза [2].

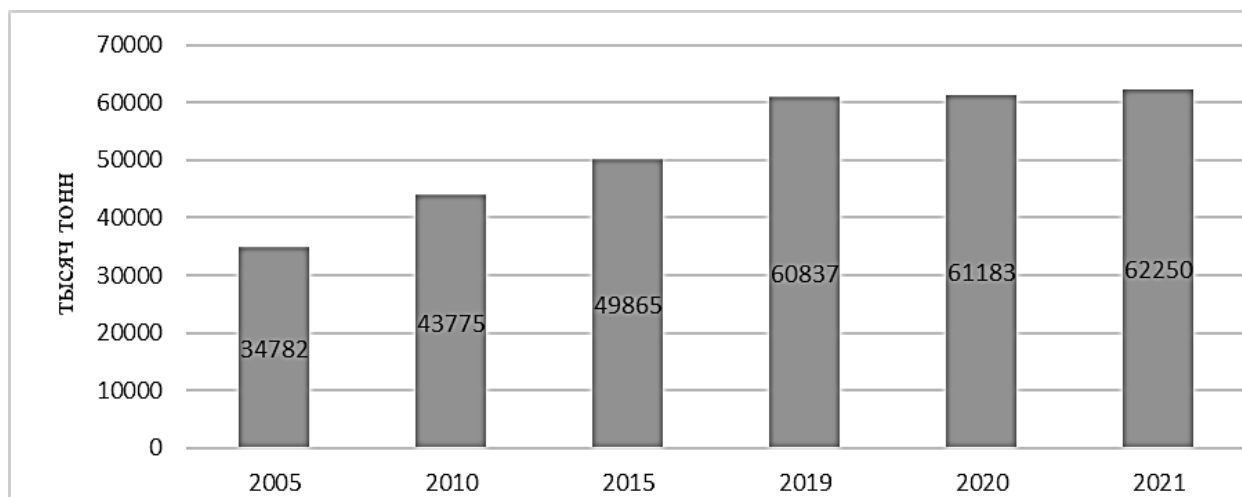


Рис. Динамика образования техногенных отходов в Республике Беларусь

Основными факторами нерационального использования ресурсов является:

- рост производства и потребления выпускаемой продукции;
- новые месторождения, в связи с чем увеличивается транспортировка ископаемых на производство;
- рост объемов промышленных отходов.

Рациональное использование сырья и энергоресурсов при их переработке касается всех стадий технологических процессов. Для успешной динамики решения проблем такого рода, необходимо:

- добывать максимально чистое (без примесей или с наименьшим количеством примесей) сырье, энергию;
- использовать безотходные технологии, перерабатывая все сырье в готовые продукты;
- минимизировать затраты на отходы производства: выделение земель, хранение, транспортировка, утилизация (сжигание) и др.

Значительный объем образующихся отходов в Республике Беларусь – это отходы обрабатывающей промышленности: галитовые отходы и глинисто-солевые шламы, фосфогипс, шламы химводоочистки (ХВО), гранитные отсевы, шлаки БМЗ (Белорусского металлургического завода) и другие (табл.).

Образование отходов в Республике Беларусь

Виды деятельности: 1000 т/г:	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Сельское хозяйство, лесоводство и рыболовство	н/д	440,4	414,0	727,4	997,1	702,4
Горнодобывающая промышленность	н/д	1 431,3	4 161,0	1 248,8	455,9	1 607,8
Обрабатывающая промышленность	н/д	39 228,9	38 605,0	50 887,6	50 016,6	50 506,8
Снабжение разными видами энергии	н/д	170,4	1 002,0	661,4	499,3	511,3
Строительство	н/д	1 136,8	493,0	1 976,6	1 857,0	1 756,9
Другие виды деятельности	н/д	1 367,6	5 190,3	5 335,0	7 357,7	7 101,8
ВСЕГО:	34 782,0	43 775,4	49 865,3	60 836,8	61 183,4	62 250,0

Научный прогресс и разработки в области переработки отходов способствуют более рациональному использованию исходного сырья или же переработке уже накопившихся объемов отходов, виды которых превысили уже критические. На фоне большой потребности в некоторых видах сырья и в целях ресурсосбережения стоит рассматривать переработку «хвостового» отхода фосфогипса в два компонента: концентрат редкоземельных соединений (РЗЭ) и композиты на основе фосфогипса для строительного назначения.

Данный отход образуется при производстве концентрированных фосфорсодержащих удобрений на Гомельском химическом заводе. В его составе до 90 % дигидрата сульфата кальция и сокристаллизованных с ним РЗЭ, содержание последних составляет 0,4–0,5 % в пересчете на оксиды [3]. Объем «лежалого» отхода в настоящее время достигает порядка 62 млн т и практически не используется (около 1–2 %), что крайне отрицательно сказывается и на экологическом аспекте, и на близлежащих жилых районах, в которых с ростом шламоотвалов увеличивается социальное напряжение.

Эффективным методом переработки данного отхода является комплексный метод, основанный на получении двух целевых продуктов – концентрат редких земель (концентрат РЗЭ) и получение композиционного

материала на основе фосфогипса для строительного сектора с широким применением. Получение концентрата РЗЭ имеет для государства особую ценность, как стратегического продукта для использования во многих инновационных и прогрессивных био- и нанотехнологиях. РЗЭ и их соединения применяются в изготовлении катализаторов, постоянных магнитов, лазеров, сверхпроводников, жаропрочных сплавов, керамики и стекла [4].

Технология по переработке отходов должна придерживаться некоторых принципов: экологичности процессов (предотвращение образования новых отходов), энергосбережения (использовать технологии с предельно простыми операциями, не требующих большого количества энергии), экономической рентабельности (переработка должна быть прибыльной для предприятия).

Технологический процесс комплексной переработки фосфогипса полностью представляет собой два основных этапа. На первом извлекается концентрат соединений РЗЭ различными способами с использованием минеральных кислот, второй – остаток, имея кислую среду, может быть переработан либо с помощью карбамидоформальдегидной смолы (КФЖ) (полимеризуется в кислой среде), либо нейтрализован и с добавлением других видов отходов (шлам ХВО, гранитные отсеvy, электросталеплавильные шлаки и др.) составить композиционную смесь строительного материала на основе фосфогипса. Стоит отметить, что в приоритете задействовать процессы, не требующие больших затрат, энергоресурсов (например, обжига) и дорогостоящих установок.

Данный метод позволит минимизировать образование отходов, переработать накопившиеся объемы и извлекать максимальную пользу от исходного сырья. Перерабатывая фосфогипс, учитывая его низкую стоимость и имеющееся большое количество, извлекая из него дорогостоящий концентрат РЗЭ и получая строительный композиционный (используя в своем составе и другие виды отходов) материал, при этом улучшая экологические показатели, уверенно можно отметить, что данный путь является перспективным в достижении ресурсосбережения и улучшения экологической обстановки страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савон, Д. Ю. Применение инновационных методов ресурсосбережения при переработке и утилизации отходов в производственной сфере / Д. Ю. Савон, М. А. Абрамова // ГИАБ. – 2015, № 8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-innovatsionnyh-metodov-resursosberezheniya-pri-pererabotke-i-utilizatsii-othodov-v-proizvodstvennoy-sfere> (дата обращения 12.03.2023).

2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступ : <http://www.belstat.gov.by> (дата обращения 12.03.2023).

3. Пат. 2689631. Способ извлечения РЗЭ из фосфогипса / Ж. Н. Галиева, А. М. Абрамов, Ю. Б. Соболев и др.; заявл. 30.12.2006; опубл. 28.05.2019. Бюл. № 16.

4. Виллани, Ф. И. Редкоземельные элементы. Технология и применение. / Ф. И. Виллани. – М.: Металлургия, 1985. – 376 с.

N. Yu. Makarevich,
Belarusian National Technical University (BNTU), Minsk

THE METHOD OF RESOURCE SAVING IN THE PROCESSING OF TECHNOGENIC WASTE OF THE REPUBLIC OF BELARUS

И. В. Мелихов,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНУТРЕННЕГО ЗАПОЛНЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ ЛОПАТКИ НА ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

The use of additive technologies makes it possible to manufacture complex spatial structural and aeromechanical components that have a significantly lower specific significance with comparative strength and greater reliability, and most importantly, such technologies can significantly increase the functionality of each of the elements without increasing the cost of production. This is expanded due to such properties of additive technologies as the possibility of more accurate and manufacturable accumulation of volumetric parts, due to the combination of multicomponent products in one package element. In this regard, the task of studying forced and stable manifestations and determining the sharply deformable state of structurally inhomogeneous turbomachine blades during their vibrations is the actual mechanics of a deformable solid body, which is of great scientific importance.

За последнее время существенное развитие получили аддитивные технологии производства, пригодные для 3D печати из большинства применимых для ГТУ сплавов на основе титана, железа, никеля. Однако, экономический и производственный эффект от внедрения таких технологий в серийное производство может быть достигнут только в случае развития новых способов конструирования технологических узлов и изделий турбомашин, развития базы материалов, оптимизированных одновременно для аддитивных технологий и последующей эксплуатации [1].

Цель работы состоит в установлении закономерностей влияния конструктивных неоднородностей (системы внутренних пустот и ребер жесткости) на формирование спектра частот собственных колебаний (ЧСК) и форм колебаний лопатки. Достоверность полученных результатов и выводов обеспечивается: непротиворечивостью полученных закономерностей качественного характера (ЧСК и формы колебаний); сравнением с результатами одномерного расчета упрощенных моделей.

В инженерной практике часто на начальных этапах проектирования используют расчеты по упрощенным моделям. На рис. 1 представлен пример такого упрощения. В качестве граничных условий для расчета по упрощенной

модели к пластинке задается ограничение перемещений на корневой плоскости, что имитирует зажатие хвостовика лопатки «в тиски» для проведения тензометрирования.

Конечно-элементная модель пластины представлена на рис. 1.

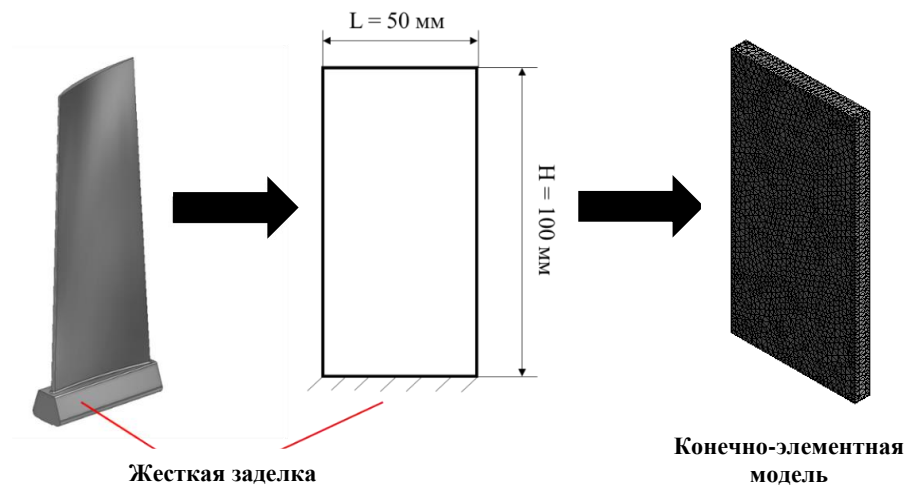


Рис. 1. Схема упрощения модели лопатки, ее граничные условия и сетка конечных элементов

Для расчета пластин используется сетка с размером элементов – 1 мм. Тип сетки: тетраэдрическая, неструктурированная. В качестве материала при моделировании выбрана конструкционная сталь [2–4].

Наличие математической модели объекта в программе компьютерного моделирования дает возможность провести оптимизацию данной модели. Оптимизацией называется операция получения наилучших результатов в данных условиях. При оптимизации определяются сочетания значений параметров и свойств объекта, которые соответствуют наилучшему варианту из числа возможных [5]. Постановка задачи оптимизации для данной задачи заключается в параметризации геометрических характеристик неоднородностей во внутренней полости пластины, с целью максимизации ЧСК по первым трем формам и снижения ее массы.

На рис. 2 представлена прямоугольная пластина, заполнение внутренней полости которой производится от корня вертикальными стержнями равной ширины. Нумерация стержней производится слева направо, их высота

изменяется от 0 до 100 % от высоты пластины независимо друг от друга. Для параметризованных размеров пяти стержней слева – относительно оси симметрии (h_1-h_5), а для стержней справа – от оси симметрии задано условие равенства ($h'_1-h'_5$).

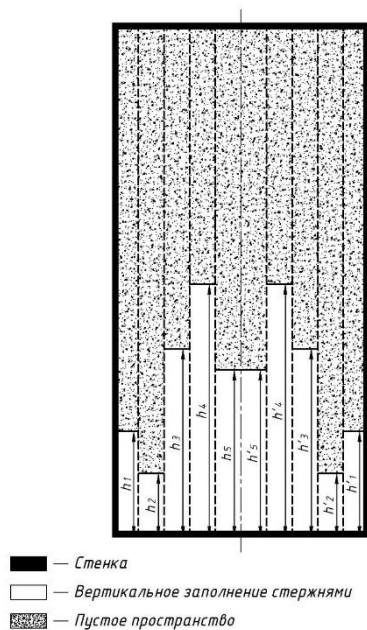


Рис. 2. Оптимизация геометрии внутренней полости пластины вертикальными стержнями

В таблице представлены результаты оптимизации геометрии внутреннего заполнения полости пластины вертикальными стержнями для максимизации ЧСК пластины. В таблице представлены высоты стержней, частоты по трем формам колебаний и масса.

Таблица

Результаты оптимизации геометрии внутреннего заполнения полости пластины вертикальными стержнями

Максимальная ЧСК по форме	Высота вертикальных стержней, мм					Частота для трех форм колебаний, Гц			Масса, кг
	h1	h2	h3	h4	h5	I изгибная	I крутильная	II изгибная	
I изгибная	38,9	40,4	61,0	49,2	40,6	733,3	2605,2	2943,1	0,156
I крутильная	30,0	39,4	38,8	83,0	87,9	669,3	2768,4	3478,5	0,172
II изгибная	20,5	12,3	36,6	87,0	32,5	693,6	2644,9	3673,5	0,144
ЧСК сплошной неоптимизированной пластины						499,2	2047,3	3062,0	0,236

Для варианта оптимизации с максимальной ЧСК по первой изгибной форме по сравнению со сплошной неоптимизированной пластиной: для данного варианта по первой изгибной форме ЧСК повышается на 32 %, по первой крутильной – на 21 %, а по второй изгибной снижается на 4 %, при этом масса снижается на 34 %. Для варианта оптимизации с максимальной ЧСК по первой крутильной форме по сравнению со сплошной неоптимизированной пластиной: для данного варианта по первой изгибной форме ЧСК повышается на 25 %, по первой крутильной – на 26 %, по второй изгибной – на 12 %, при этом масса снижается на 27 %. Для варианта оптимизации с максимальной ЧСК по первой крутильной форме по сравнению со сплошной неоптимизированной пластиной: для данного варианта по первой изгибной форме ЧСК повышается на 28 %, по первой крутильной – на 23 %, по второй изгибной – на 17 %, при этом масса снижается на 39 %.

На рис. 3 представлены результаты оптимизации ЧСК пластины заполнением ее внутренней полости вертикальными стержнями (на основании данных таблицы).

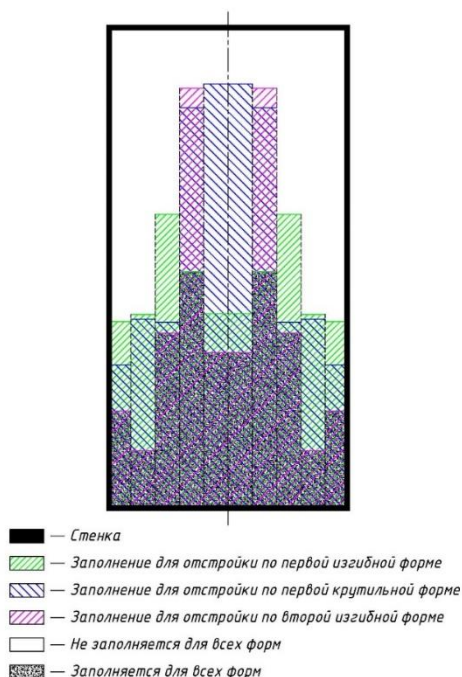


Рис. 3. Результаты оптимизации ЧСК пластины заполнением ее внутренней полости вертикальными стержнями

Цвета выделены зоны, заполнение которых отвечает за ЧСК по данным формам. Также выявлена зона в периферийной части пластины, которую никогда не требуется заполнять при отстройке по любой из форм. И зона, заполнение которой происходит всегда при отстройке по любой из форм, в корневой части пластины. На данный рисунок можно ориентироваться при проектировании лопаток с внутренними неоднородностями для дальнейшего их изготовления при помощи аддитивных технологий. Это позволит снизить массу лопаток с сохранением их вибрационно-прочностных характеристик при одновременном снижении затрат на производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсков, В. В. Применение аддитивных технологий при создании газотурбинных двигателей для кораблей Военно-морского флота РФ / В. В. Барсков, В. С. Котов, А. В. Панкратов // Судостроение. – 2018, № 5. – С. 41–44.
2. Воробьев, Ю. С. Развитие трехмерной постановки МКЭ для анализа НДС и вибрационных характеристик элементов турбомашин / Ю. С. Воробьев, В. Н. Романенко, М. А. Чугай // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Динамика, надежность и долговечность механических и биомеханических систем, а также элементов их конструкций». – Севастополь: СевНТУ, 2008. – С. 17–25.
3. Костюк, А. Г. Динамика и прочность турбомашин / А. Г. Костюк. – М.: ИД МЭИ, 2007. – 476 с.
4. Седунин, В. А. Исследование прочностных характеристик лопаток осевого компрессора / В. А. Седунин, А. С. Нусс, С. А. Серков // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2016, № 3. – С. 90–99. DOI: 10.18698/0236-3941-2016-3-90-99.

5. Карпунин, И. И. Моделирование и оптимизация технологических процессов применительно к упаковочному производству : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 20 02 «Упаковочное производство» / И. И. Карпунин. – Минск : БНТУ, 2013. – 124 с.

Igor V. Melikhov,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**STUDY OF THE INFLUENCE OF THE INTERNAL FILLING OF A
COMPRESSOR BLADE ON THE FREQUENCIES OF NATURAL
OSCILLATIONS**

И. В. Неволлина, В. А. Брагин,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОСЛЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

The problem of disposal of excess activated sludge from biological treatment facilities is acute today. The elemental composition of excess activated sludge from treatment facilities was determined. The heat of combustion of activated sludge from treatment facilities is calculated and compared with the heat of combustion of coal.

Сточные воды коксохимического производства (КХП) содержат значительное количество загрязняющих веществ, как органических, так и неорганических, большая часть из которых обладает токсичными свойствами. В процессе биохимической очистки эти вещества сорбируются активным илом. Загрязненный активный ил не может быть использован как вторичный продукт и подлежит утилизации.

Большинство КХП сбрасывают сточную воду с установки биохимической очистки (БХУ) вместе с избыточным активным илом на тушение кокса и платят штрафы за превышение ПДК загрязняющих веществ в выбросах, либо передают избыточный активный ил вместе со сточной водой, сбрасываемой на городские очистные сооружения (ГОС). Те, в свою очередь, утилизируют его совместно с илом ГОС на иловых площадках, под которые отводятся огромные земельные территории. Утилизацией ила занимаются частные компании, которые перерабатывают его в товарный продукт, который может быть использован в виде компоста и как укрывной материал полигонов. В худшем случае, подсушенный и обработанный дезинфицирующими реагентами ил складировать на полях фильтрации. Все эти способы затратные, поэтому проблема утилизации избыточного активного ила экономически выгодными способами является актуальной на сегодняшний день. В связи с этим, подбор технологии утилизации избыточного активного ила является актуальной задачей для КХП и ГОС.

Избыточный активный ил – это сложное коллоидное вещество, состоящее из микроорганизмов различных групп: актиномицеты, бактерии, грибы, вирусы,

простейшие, членистоногие и многие другие. Активный ил обладает развитой поверхностью – около 110 м² на 1 грамм сухого вещества [1].

В состав ила входят разнообразные микроорганизмы. Разнообразие родов бактерий (от 4 до 9) зависит от того, в каких условиях существует ил, поэтому идентификация их является не простой задачей. Бактерии отличаются по ряду морфологических признаков и благодаря присутствию в сточных водах различных мутагенных веществ. В таблице 1 приведен состав илов, полученных при очистке ряда промышленных стоков [2].

Таблица 1

Сведения о составе активных илов некоторых производств

Род бактерий	Число бактерий %, в сточных водах различных производств				
	Имитация производства молока	Термической переработки сланца	Переработки бурого угля	Синтетической с фенолом и резорцином*	Производства жирных кислот
<i>Pseudomonas</i>	4	60	50	60	60
<i>Bacillus</i>	31	18	34	10	18
<i>Corynebacterium</i>	6	-	-	-	-
<i>Mycobacterium</i>	6	-	-	-	-
<i>Flavobacterium</i>	8	-	-	-	-
<i>Sarcina</i>	-	8	16	10	5
<i>Sacchoromyces</i>	-	8	-	-	-
<i>Fungi</i>	-	-	-	10	5

*состав ила аналогичен илу биологической очистки сточных вод КХП

Температурные условия и нагрузка на ил также влияют на его бактериальный состав, который может изменяться в процессе очистки [2, 3].

Метод очистки производственных сточных вод влияет на химическую и санитарную характеристику осадков. Очень часто, в осадках сточных вод, в т. ч. и в избыточном активном иле, содержатся соединения кремния, алюминия, железа, оксида кальция, магния, калия, натрия, никеля, хрома и др. [3]. Но, в основном, избыточный активный ил – это органическое вещество.

Для расчета теплоты реакции, кинетики метаболических процессов, определения выхода клеточного вещества необходимо знать элементарный

состав активного ила, который позволит составить формулу его органического вещества. При проведении ряда опытов был установлен следующий состав ила: 47 % С, 11 % Н, 27 % О и 9 % золы. Исходя из этого состава была определена формула ила: $C_5H_7O_2N$, а с учетом фосфора – $C_5H_7O_2NP_{0,06}$ или $C_{83}H_{117}O_{33}N_{17}P$ [1]. Состав ила значительно не изменится в процессе очистки в зависимости от стадии роста культуры и состава утилизируемого субстрата.

Количество избыточного активного ила, образующегося при очистке сточных вод, в расчете на сухое вещество для сооружений биологической очистки рассчитывают в соответствии с СП 32.13330.2018 [4] по формуле (1):

$$P_i = 0,8 \cdot C_{cdp} + k_q \cdot L_{en} \quad (1)$$

где P_i – прирост ила, г/м³;

C_{cdp} – концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в аэротенки;

k_q – коэффициент прироста активного ила;

L_{en} – БПК_{полн} сточной воды, поступающей в аэротенки.

Прирост активного ила, если судить по формуле (1), полностью зависит от величины БПК, и чем более загрязнена вода, тем выше прирост ила. С учетом этого, настоящая работа была посвящена исследованию поиску оптимального способа утилизации избыточного активного ила сооружений биологической очистки КХП и ГОС. Для этого был проведен эксперимент по уточнению элементарного состава избыточного активного ила биологических очистных сооружений КХП и ГОС.

Методика проведения эксперимента.

Была отобрана иловая жидкость с городских очистных сооружений и КХП, отстояна в мерном цилиндре. Далее слой жидкости был декантирован для сгущения осадка. Затем осадок отфильтровали и максимально подсушили на фильтре. Сгущенный ил перенесли на фарфоровую чашку и оставили сушиться в шкафу при температуре 102 °С, чтобы испарить влагу без разрушения органического вещества. Внешний вид пробы ила ГОС приведен на рисунке 1(а), ил БХУ КХП приведен на рисунке 1(б). После высушивания до состояния

лабораторной пробы ил был передан в испытательный центр АО «ВУХИН» для проведения элементного анализа.



а

б

Рис. 1. Высушенный избыточный активный ил ГОС (а) и КХП (б)

По фотографиям рисунка 1 видно, что ил ГОС светлее, чем ил БХУ КХП. Считаем, что это связано с различным составом сточных вод, поступающих на биологическую очистку. Результаты элементного химического анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2

Элементный состав избыточного активного ила ГОС и КХП

Содержание	Ед. изм.	КХП	ГОС
углерод в пересчете на сухое беззольное состояние C^{daf}	%	56,46	52,83
водород в пересчете на сухое беззольное состояние H^{daf}	%	6,34	8,84
азот в пересчете на сухое беззольное состояние N^{daf}	%	13,04	8,58
кислород в пересчете на сухое беззольное состояние O^{daf}	%	21,61	28,61
сера органическая в пересчете на сухое беззольное состояние S^{daf}	%	2,52	1,14
влага W	%	4,04	1,81

Как следует из данных таблицы 2 избыточный активный ил биологической очистки сточных вод КХП и ГОС – вещество, содержащее значительное количество углерода.

На основании данных таблицы 2 была определена низшая теплота сгорания избыточного активного ила, чтобы сделать выводы о возможности использования активного ила в качестве топлива, по формуле (2):

$$Q_H = 0,339 \cdot C_p + 1,030 \cdot H_p - 0,109 \cdot (O_p - S_p) - 0,025 \cdot (H_p + W_p) \quad (2)$$

где – C_p - процентное содержание углерода, %;

H_p – процентное содержание водорода, %;

O_p – процентное содержание кислорода, %;

S_p – процентное содержание серы, %;

W_p – влагосодержание, %.

Для определения возможности использования активного ила БХУ КХП и ГОС в качестве энергетического топлива в таблице 3 приведены теплоты сгорания каменного, древесного и бурого углей [5].

Таблица 3

Теплоты сгорания избыточного активного ила и угля

Вещество	Избыточный активный ил		Уголь каменный	Уголь древесный	Уголь бурый
	ГОС	БХУ КХП			
Теплота сгорания, мДж/кг	23	22	31,25	30,2–33,90	12,50–25

Как видим, теплотворная способность избыточного активного ила БХУ КХП и ГОС, определенная в результате экспериментов, сопоставима с теплотворной способностью углей. На ТЭЦ используют все марки, группы, подгруппы бурых углей, а также каменный уголь, непригодный для коксования, поэтому можно рекомендовать как способ утилизации избыточного ила ГОС и БХУ КХП в качестве компонента энергетического топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев, С. В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С. В. Яковлев, Т. А. Карюхина. – М.: Стройиздат, 1980. – 200 с.
2. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.

3. Туровский, И. С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание / И. С. Туровский. – М.: ДеЛипринт, 2008. – 375 с.

4. СП 32.13330.2018. Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стандартинформ, 2019. – 76 с.

5. Сравнительная таблица теплотворности некоторых видов топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecoles-nn.ru/tablitsa-teplotvornosti/> (дата обращения 20.05.2022).

I. V. Nevolina, V. A. Bragin,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**UTILIZATION OF WASTEWATER SLUDGE FROM COKE-
CHEMICAL PRODUCT**

Д. И. Петлина, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПЕРЕРАБОТКА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В РОССИИ

The complexity and high cost of processing associated petroleum gas leads to its inefficient combustion in flares. In Russia, more than 20 billion m³ of associated petroleum gas is burned annually, which leads to the release of up to 400 thousand tons of pollutants into the atmosphere.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – смесь различных газообразных углеводородов, растворенных в нефти и выделяющихся в процессе ее скважинной добычи, подготовки и транспортировки. Он отличается от природного газа тем, что помимо метана состоит из бутана, пропана, этана и других более тяжелых углеводородов. Кроме того, в нем можно обнаружить такие соединения, как гелий, аргон, сероводород, азот, углекислый газ (табл.).

Таблица

Химический состав попутного нефтяного газа

Компоненты газовой смеси	Обозначение компонента	Содержание компонента, %
Метан	CH ₄	61,7
Этан	C ₂ H ₆	7,7
Пропан	C ₃ H ₈	17,6
Бутан	C ₄ H ₁₀	4,9
Пентан	C ₅ H ₁₂	0,9
Гексан	C ₆ H ₁₄	0,2
Бензол	C ₆ H ₆	0,0017
Гептан	C ₇ H ₁₆	0,1
Толуол	C ₇ H ₈	0,07
Октан	C ₈ H ₁₈	0,0017
Углекислый газ	CO ₂	0,04
Азот	N ₂	1,3
Прочие	-	6,5

В настоящее время существует много способов полезного использования ПНГ как в качестве энергетического ресурса, так и в виде сырья в химическом

производстве. Однако, сложность и дороговизна переработки этого газа приводит к неэффективному сжиганию его в факельных установках. Одной из основных причин является отсутствие собственной инфраструктуры для сбора и транспортировки ПНГ на месторождениях нефти. Это приводит к возникновению экологических проблем – дополнительным выбросам диоксида углерода, а также выбросам метана в результате неполного сжигания ПНГ при неэффективной работе факельной установки. По сравнению с эмиссией CO₂ выбросы метана в восемьдесят раз вреднее для климата. По данным *GGFR* [1] в 2022 году мировые выбросы от факельного сжигания ПНГ составили 357 млн т в CO₂-эквиваленте и 42 млн т метана, что составило около одного процента от всего объема парниковых выбросов в мире (36,8 млрд т по данным МЭА [2]). При увеличении добычи нефти в период с 2021 по 2022 год на 5 % (с 77 до 80 млн барр. в сутки) объем факельного сжигания снизился на 3 % (с 144 до 139 млрд м³) согласно спутниковым оценкам. Средняя интенсивность сжигания газа, определяемая как количество сжигаемого газа на один баррель добытой нефти, снизилась с 5,1 до 4,7 м³/барр.

Наибольшая доля сжигаемого ПНГ (65 %) приходится на семь нефтедобывающих стран (40 % мировой добычи нефти): Ирак, Иран, США, Россия, Венесуэла и Нигерия [1]. Доля России, которая находится в первой топ-тройке стран по добыче нефти, является наибольшей – около 15 % от мирового объема сжигаемого газа. В стране ежегодно сжигается более 20 млрд м³ ПНГ, что приводит к выбросу в атмосферу до 400 тыс. т загрязняющих веществ (рис.).

Объемы факельного сжигания в России в период с 2021 по 2022 год оставались примерно на одном уровне при увеличении добычи нефти на 2 %. Это привело к незначительному снижению интенсивности сжигания газа в России с 6,9 до 6,8 м³/барр. в 2022 году, что выше среднемирового уровня. В 2022 году в России было добыто 99 млрд м³ ПНГ. Согласно данным [3] только в первом полугодии 2022 году объем сожженного газа в факелах составил 10,8 млрд м³.

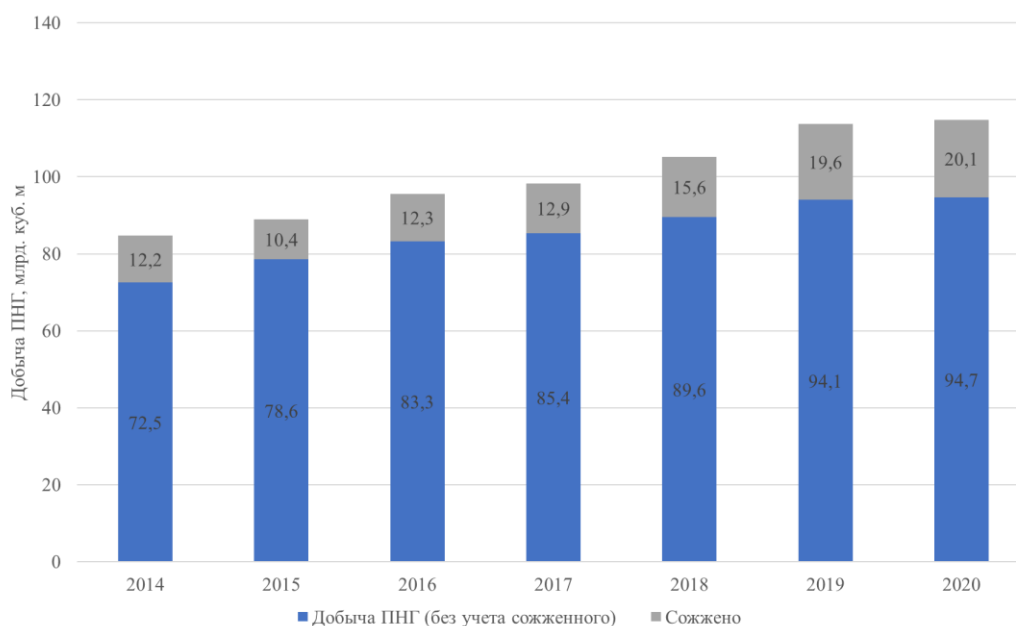


Рис. 1. Динамика добычи и утилизации ПНГ в России в 2014–2020 годах, млрд м³

В целях экономического стимулирования полезного использования ПНГ существует Постановление Правительства РФ от 08.11.2012 г., в соответствии с которым с 01.01.2013 г. установлено предельно допустимое значение показателя сжигания газа на факельных установках в размере не более 5 % от объема добытого ПНГ. При сжигании сверх норматива применяются повышающие коэффициенты штрафов – 25 и 100, а также взимается компенсация вреда атмосферному воздуху. Как отмечается в [4], при факельном сжигании 500 млн м³ ПНГ выше норматива сумма сверхлимитных платежей будет более 10 млрд руб., плата за атмосферный воздух – более 8 млрд руб. Однако, если сравнить ряд крупнейших российских нефтяных компаний по доле сожженного ПНГ в 2020 г. на основе данных Минприроды, то можно отметить, что только у ПАО «НК «ЛУКОЙЛ» уровень сжигания газа (2,3 % от добычи) соответствует нормативу. У остальных компаний этот показатель очень высокий: ПАО «НК «РОСНЕФТЬ» – 24,5 %, ПАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ» – 11,7 %, ПАО «НК «СЛАВНЕФТЬ» – 63,3 %.

Существует разные способы утилизации попутного нефтяного газа [5, 6].

1. Закачка в пласт

ПНГ закачивается обратно в нефтяной пласт. Этот способ позволяет избежать экологические последствия от сжигания ПНГ и при этом сохранить

ресурсную базу для будущих поколений. Однако, этот способ не позволяет использовать ресурсы для текущей реализации экономических выгод от переработки.

2. Электрогенерация

ПНГ используется в качестве топлива для генерации электроэнергии. Применение данного способа экономически оправдано, однако ограничено наличием рынка потребления электроэнергии поблизости с месторождением.

3. Осушка ПНГ

При осушке происходит минимальная переработка, необходимая для закачки выделенного «осушенного» газа в газотранспортную сеть (ГТС), значительное количество ценных нефтегазохимических компонентов остается в составе газа, направляемого в трубу.

4. Переработка ПНГ на крупных газоперерабатывающих заводах

Позволяет выделить из ПНГ максимальное количество полезного нефтегазохимического сырья, которое может включать широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ) и индивидуальные продукты (в некоторых случаях даже этан).

Из нефтяных газов путем химической переработки получают пропилен, бутилены, бутадиев и другие вещества, которые используются в производстве пластмасс и каучуков. Также товарными продуктами из попутного нефтяного газа являются: газовый бензин, стабильный конденсат, пропан-бутановая фракция, ароматические углеводороды и многое другое.

Таким образом, как и в большинстве стран российское правительство и нефтяные компании работают над сокращением факельного сжигания ПНГ на объектах добычи нефти. Переработка ПНГ позволяет получить дополнительные экономические выгоды и снизить объемы выбросов в окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Global Gas Flaring Tracker Report*. – THE WORLD BANK, 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

<https://thedocs.worldbank.org/en/doc/5d5c5c8b0f451b472e858ceb97624a18-0400072023/original/2023-Global-Gas-Flaring-Tracker-Report.pdf> (дата обращения 20.03.2023).

2. *World Energy Outlook 2022* – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf> (дата обращения 20.03.2023).

3. В России все больше газа сжигается в факелах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://riarating.ru/macroeconomics/20220823/630227956.html> (дата обращения 22.03.2022).

4. Беспутный газ. Побочный продукт нефтедобычи стало некуда девать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/5356868> (дата обращения 22.03.2023).

5. Игитханян, И. А. Утилизация попутного нефтяного газа на месторождениях Томской области / И. А. Игитханян, Г. Ю. Боярко // *Вестн. Томского гос. пед. ун-та.* – 2011, вып. 12. – С. 19–22.

6. Решение проблемы сжигания попутного нефтяного газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://neftegaz.ru/science/ecology/331519-reshenie-problemy-szhiganiya-poputnogo-neftyanogo-gaza> (дата обращения 22.03.2023).

D. I. Petlina, L. M. Teslyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

PROCESSING OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS IN RUSSIA

М. Б. Рафиков, К. А. Щербаков,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СТЕНДА НИЗКОСКОРОСТНОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА

The paper presents an experimental stand for conducting studies of fluid flow in the model stages of axial compressors (OC) of gas turbine units (GTP), which solves the problem of significant financial and time costs for the development of OC. This development allows students to test theoretical calculations in practice, and enterprises to speed up the development process and increase its efficiency.

В текущее время в России заметно отставание в техническом процессе турбостроения по сравнению с зарубежными компаниями. Как известно, процесс разработки газотурбинных установок (ГТУ) занимает 5–8 лет с большими финансовыми затратами. Связано это с отсутствием испытательных полигонов и, как следствие, проверка новых технических решений возможна только на опытных образцах, на создание которых может тратиться до 50 тонн дорогостоящих материалов. Благодаря испытательному стенду появляется возможность проектирования осевых компрессоров (ОК) из перерабатываемых материалов с намного меньшим бюджетом и уменьшением временных издержек.

I. Стенд низкоскоростного одноступенчатого компрессора

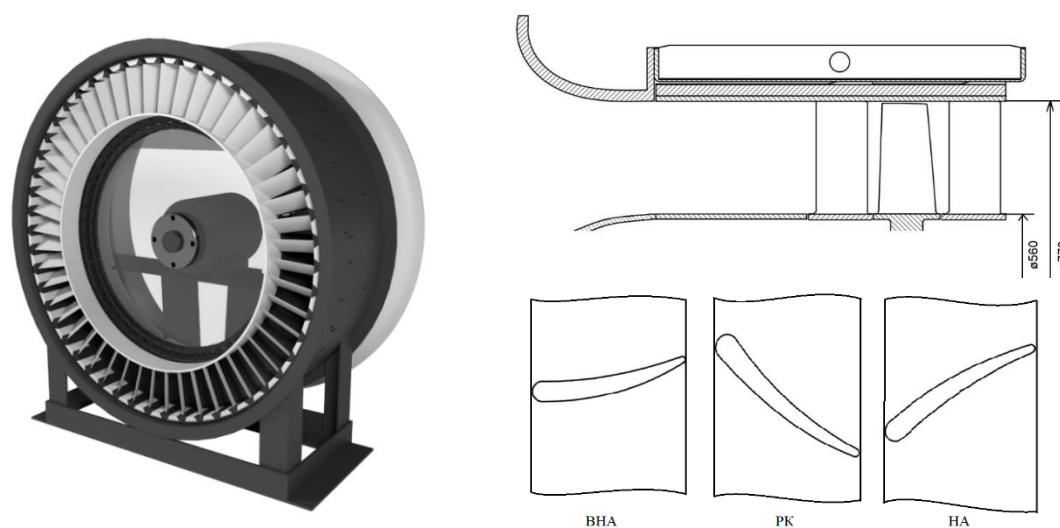


Рис. 1. Стенд низкоскоростного осевого компрессора для модельных ступеней; проточная часть в меридиональном и цилиндрическом сечениях.

Данный стенд представляет собой одноступенчатый осевой компрессор с периферийным диаметром $D_{\text{п}} = 770$ мм. Принимая в расчет этот размер и максимальное возможное втулочное отношение для стационарного компрессоростроения ($\bar{d} = 0,5 \dots 0,7$ для первых ступеней) [1], было спроектировано и изготовлено рабочее колесо с диаметром $D_{\text{к}} = 560$ мм.

Приводом данного ОК является электродвигатель мощностью 3 кВт. Регулирование оборотов осуществляется и поддерживается частотным преобразователем. Т. к. не точное определение частоты вращения может привести к рассогласованию параметров при верификации, точность регулирования преобразователя была подтверждена стробоскопом. Данный процесс подробно представлен в работе [2]. Конструкция стенда унифицирована и позволяет в кратчайшие сроки менять и исследовать модельные ступени ОК. В качестве способа изготовления проточной части (ПЧ) был сделан выбор в пользу аддитивных технологий. Преимущества данного способа: более низкие финансовые затраты по сравнению с другими технологиями, быстрый процесс изготовления деталей, высокая точность позиционирования, минимальные размерные отклонения от САД модели.

II. Измерение газодинамических параметров потока

Первоочередной задачей измерений является замер расходно-напорной характеристики на максимальной частоте вращения. Для расчета расхода необходимо измерить полные и статические параметры. По зависимости возможно рассчитать скорость потока и далее массовый расход:

$$\begin{cases} P^* = P_{\text{st}} + \frac{\rho w^2}{2} \\ G = \rho w F \end{cases}$$

где P^* – полное давление; P_{st} – статическое давление; G – массовый расход рабочего тела; ρ – плотность рабочего тела; w – скорость движения потока; F – площадь проходного сечения.

Поэтому, для получения необходимых параметров потока на выходе из ОК создается переменное сопротивление с помощью дроссельной заслонки. Помимо расчета расходно-напорной характеристики, не менее важной составляющей в

исследовании модельных ступеней является получение радиальных профилей давления в межлопаточном канале. Проводя их анализ, можно оценить уровень загромождения, величину пограничных слоев и другие явления.

При разработке современных ОК все больше времени уделяется применению расчетных методов, как правило, построенных на решении осреднённых по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса. Однако, это требует еще более детальной верификации, потому что, как правило, доводка компрессора ведется в трехмерной постановке. В связи с этим требуется измерение параметров по всей высоте канала.

Для оценки уровня торцевого пограничного слоя необходимо провести траверсирование ПЧ. Суть данного метода заключается в погружении измерительного насадка в межлопаточный канал и измерения им профиля полного давления, скорости и угла потока. Соответственно, чем выше разрешение сервомотора,двигающего насадок, тем более подробна будет картина изменения параметров по высоте ПЧ. На рисунке 3 изображены непосредственно само устройство и измерительный насадок.

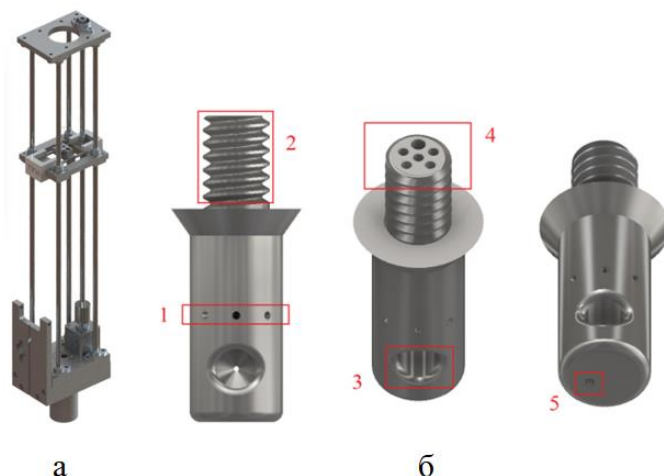


Рис. 3. Траверсирующее устройство (а), измерительный насадок (б).

1 – отверстия для измерения статического давления и угла потока; 2 – резьба для установки в несущий стержень; 3 – камера торможения для измерения полной температуры; 4 – отверстия для установки трубок, термопары и никелевой нити; 5 – отверстие для вывода никелевой нити.

Данное измерительное устройство состоит из двух основных узлов: насадки зонда и перемещающейся платформы. Платформа перемещает зонд в

радиальном направлении при помощи шагового электродвигателя, что дает возможность получить параметры в 200 точках по высоте ПЧ. Используемый насадок аэродинамически обтекаем, имеет три отверстия для отбора статического давления и специальную камеру торможения для измерения температуры. Также в камере предусмотрено дополнительное измерение давления. Выполнено это с целью дублирования показаний и своевременного определения возможных искажений (например, из-за засорения канала). На торцевой поверхности насадка выполнен вывод никелевой нити, которая в случае контакта с ПЧ замыкает электрическую цепь и включает подъем насадка в исходное положение.

Заключение

В результате работы спроектирован и изготовлен экспериментальный стенд низкоскоростного осевого компрессора для модельных ступеней. Использование данной установки позволит проводить изучение аэродинамики проточной части методом траверсирования между компрессорными лопаточными венцами с количеством точек замеров параметров по высоте до 200 в одном сечении. Данная разработка позволит предприятиям ускорить процесс разработки и сэкономит значительное количество дорогостоящих материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ревзин, Б. С., Компрессоры ГТУ / Б. С. Ревзин, В. А. Седунин. – Екатеринбург : УрФУ, 2014. – 89 с.
2. Серков, С. А. Разработка экспериментального стенда для изучения нестационарных газодинамических явлений в ступени осевого вентилятора / С. А. Серков, Ю. Г. Марченко, С. В. Богданец, И. А. Калинин, В. А. Седунин // Сборник тезисов «Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации». – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2018.
3. Ревзин, Б. С. Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом / Б. С. Ревзин. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. – 269 с.

4. Седунин, В. А. Моделирование физических процессов в турбомашинах / В. А. Седунин, В. Л. Блинов, Я. П. Шепелина; под общ. ред. В. А. Седунина. – Екатеринбург: УрФУ, 2016. – 123 с.

5. Калинин, И. А. Разработка методики проектирования специализированного измерительного зонда для проведения траверсирования осевых компрессоров ГТУ / И. А. Калинин, Ю. Г. Марченко, В. А. Седунин, В. Л. Блинов, О. В. Комаров, А. В. Скороходов, Ю. М. Бродов, С. И. Шкрылев. – Екатеринбург: УрФУ, 2020. – 245 с.

6. Калинин, И. А. Аэродинамическая оптимизация насадка зонда измерительной траверсы / И. А. Калинин, В. А. Седунин // Сборник тезисов Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Авиационные двигатели и силовые установки». – М.: ЦИАМ, 2019. – С. 258–260.

Murat M. Rafikov, Kirill A. Shcherbakov,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

EXPERIENCE IN CREATING A LOW-SPEED AXIAL COMPRESSOR STAND

С. О. Сафонова, М. В. Березюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

РЕЦИКЛИНГ МЕТАЛЛОВ КАК ЗАКОНОМЕРНОЕ РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ

The article considers the concept of recycling and the main features of the use and consumption of recycled aluminum. A review of the current situation in the field of recycling in the Russian Federation and development prospects was made.

Рециклинг – один из немногих технологических процессов, понятных не только профессионалу, но и обычному обывателю. Официальное определение понятий «*Recycling*» (оборотное использование), «*Reuse*» (повторное использование) и «*Recovery*» (восстановление) было впервые дано в Постановлении о переработке использованных автомобилей, которое было принято Евросоюзом в 1997 году [1]. Рециклинг – это процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза, то есть процессы изменения природных комплексов и биосферы под воздействием производственной деятельности человека [2]. В Федеральном Законе № 89 «Об отходах производства и потребления» отсутствует четкое понятие рециклинга, однако, о нем упоминается в разрезе понятия утилизация отходов, а именно «повторное применение отходов по прямому назначению» [3]. Впервые о рециклинге в СССР и постсоветской России заговорили во времена первых пятилеток, когда был взят курс на отдельный сбор мусора, переработку отходов и повторное использование сырья в производстве.

Долгое время рециклинг в России не имел должной популярности и планомерного развития. На то были две основные причины – огромные территориальные ресурсы, позволяющие производить захоронение отходов, и большое количество полезных ископаемых, пригодных для создания новой продукции с нуля. Несмотря на все это, проблемы окружающей среды и их разрушительные последствия на человека становятся все заметнее и существеннее с каждым днем.

По данным госдоклада Министерства Природы Российской Федерации «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году» в 2021 году на территории страны было образовано 8 448,6 млн т отходов производства и потребления, что на 21,5 % выше уровня 2020 года (рис. 1) [6].

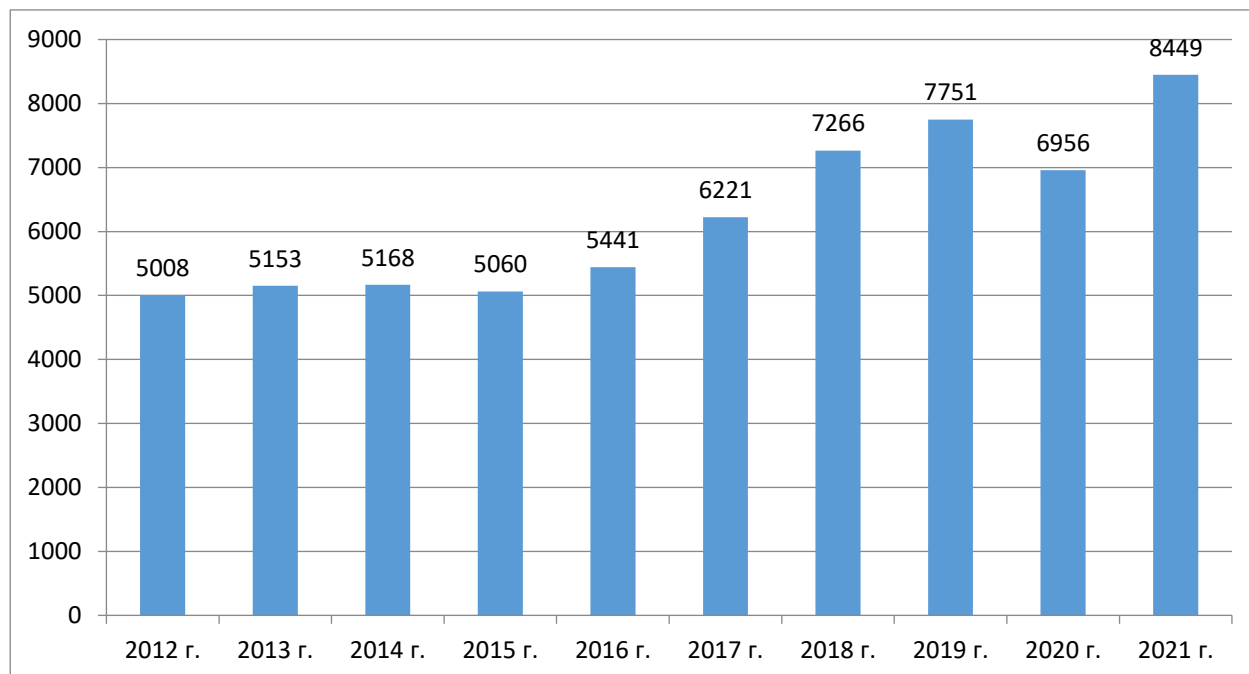


Рис. 1. Динамика показателей объема образования отходов производства и потребления в Российской Федерации, млн т (составлено автором на основании данных [6])

Наибольшую долю в образовании отходов внес Сибирский федеральный округ, в котором в 2021 году было образовано 63,3 % от общего объема образования России (рис. 2.) [6]. Высокие значения показателей в Сибирском федеральном округе обусловлены, в первую очередь, тем фактом, что в данном регионе широко развита добыча полезных ископаемых, которые имеют значительные отходы от добычи и обогащения.

Добывающая промышленность является основным источником отходов по данным за 2021 год. Устойчивая динамика роста объемов отходов в данной отрасли наблюдается с 2017 года.

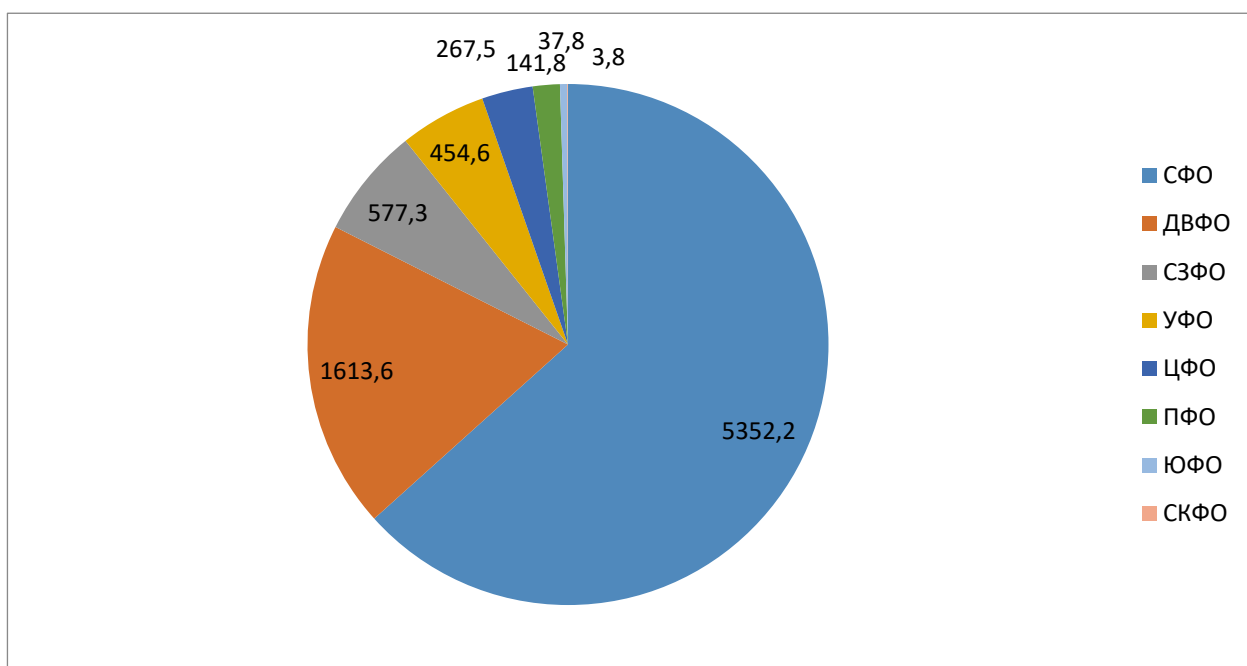


Рис. 2. Распределение объемов образования отходов производства и потребления в разрезе федеральных округов в Российской Федерации в 2021 году, млн т (составлено автором на основании данных [6])

Запущенная в 2017 году «мусорная» реформа дала новые направления для развития рециклинга в России. На данный момент уже запрещено захоронение многих видов производственных и бытовых отходов, таких как лом металлов, использованные бумажные изделия, электронные компьютерные платы, вышедшие из строя банкоматы, лом чугуна и другие [3]. Многие производственные предприятия стремятся к сокращению использования нового, так называемого чистого сырья, взамен на увеличение использования вторичного и переработанного материала.

Сегодня в России обезвреживается и утилизируется 46,6 % от массы образованных отходов [6], однако данные о вторичном использовании отходов или их переработке отсутствуют. Зарубежная практика показывает, что реально создавать новые, полностью пригодные для использования, вещи из переработанного материала возможно. Примером может послужить продукция *Apple*, которая на 100 % состоит из переработанного и возобновляемого сырья; на вторичное сырье в *Coca-Cola* приходится порядка 50 % всего материала; в алюминиевых литых дисках автопроизводителя *Toyota* содержание

переработанного сырья достигает 30 %; а содержание переработанных материалов в продукции компании *Nespresso* – более 80 % [5]. Россия тоже не отстает и следует за мировыми трендами циркулярного производства.

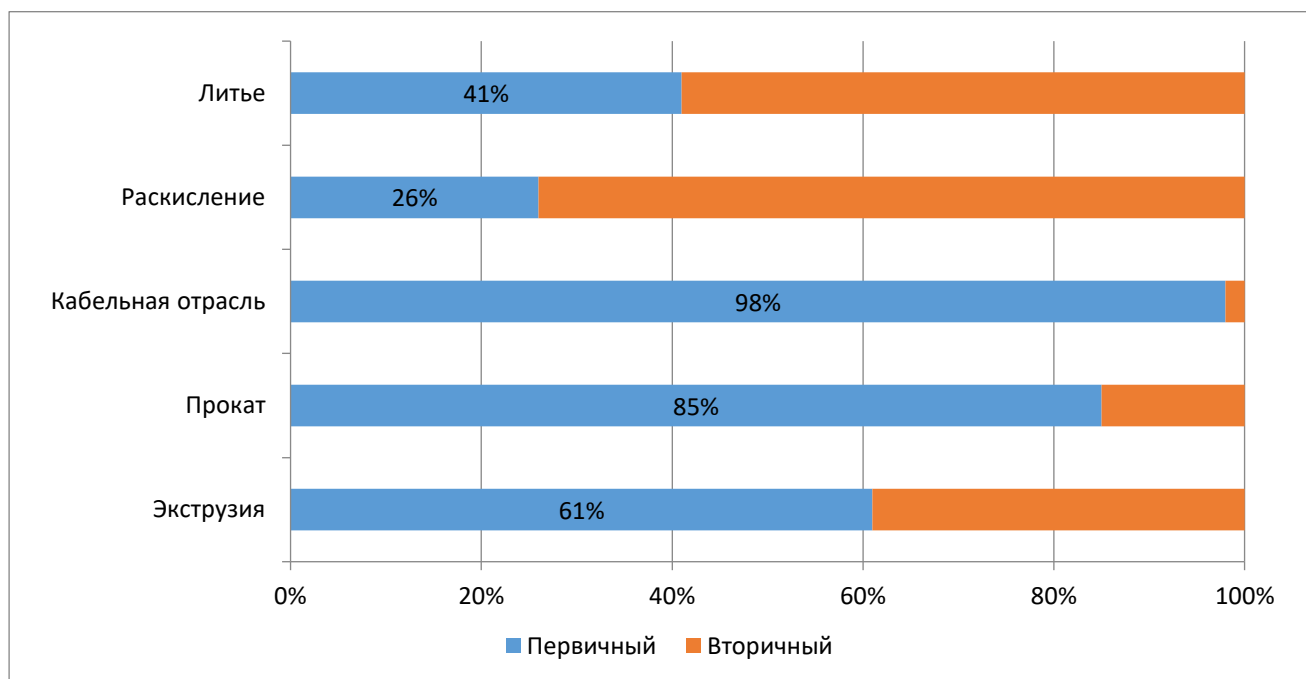


Рис. 3. Использование первичного и вторичного алюминия в России, %
(составлено автором на основании данных [5])

Ежегодно в России собирается и перерабатывается порядка 613 тыс. т алюминиевого лома, 113 тыс. т из которого приходится на новый лом от производства конечной продукции, например, автомобильная промышленность, кабельная индустрия, строительство и другие. Оставшиеся 459 тыс. т являются старым ломом от конечного потребления, например, машиностроение или товары народного потребления. Из собранного лома производят порядка 550 тыс. т вторичного сплава, таких как, литье, биллеты, раскисление. Если посмотреть статистику использования первичного и вторичного алюминия на рынке производства, то можно увидеть следующее (рис. 3).

Преобладание вторичного алюминия можно заметить только в таких процессах, как раскисление и литье. В остальных же преобладает первичный металл. Объяснить такое различие можно тем, что не весь вторичный алюминий подходит для изготовления сплавов. Применение алюминиевых сплавов из вторичного сырья ограничено.

Например, из них не получится качественно изготовить фольгу, вытянуть провода или получить изделия, которые сейчас в большей степени производятся из первичного алюминия и его сплавов. При изготовлении высоконагруженных изделий также преимущество отдается первичным материалам. Несмотря на это, на практике из вторичного алюминия изготавливают почти все виды литья, экструзию и прокат.

На сегодня в России насчитывается 91 предприятие, занимающееся рециклингом лома и отходов алюминия [5]. Это, как и факт введения в 2022 году 100 % норматива утилизации, говорит о том, что металлургическая отрасль приближается к принципам циркулярной экономики. Крупные промышленные гиганты все больше внимания уделяют углеродному следу, который оставляет после себя производство металлов и сплавов. Необходимость повышения ресурсо- и энергоэффективности с каждым днем увеличивается вместе с практической реализацией данных задач. Внедрение рециклинга на промышленных предприятиях перестает быть просто способом повышения имиджа или привлечения инвесторов. Сейчас в рамках проблемы, поднимаемой экономикой, когда ресурсов становится меньше, и вопрос сохранения экономического роста и его потенциала в долгосрочной перспективе выходит на первый план, очень важно понять истинный смысл рециклинга и направить все действия на его развитие. Условия, в которых функционирует экономика в последние годы, и те условия, что ждут ее в будущем, просто вынуждают смотреть на рециклинг как жизненную необходимость. Исходя из этого, нужно предпринимать какие-либо действия, которые закрепят уже положенные начала и дадут толчок к развитию в области вторичного использования сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черноусов, П. И. Рециклинг. Технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов черной металлургии : моногр. / П. И. Черноусов. – М.: Изд. Дом МИССиС, 2011. – 428 с.

2. Митрохин, Н. Н. Утилизация и рециклинг автомобилей : учеб. пособие / Н. Н. Митрохин, А. П. Павлов. – М.: МАДИ, 2015. – 120 с.

3. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru> (дата обращения 05.04.2023).

4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения 01.04.2023).

5. Алюминиевая ассоциация – объединение производителей, поставщиков и потребителей алюминия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.aluminas.ru/> (дата обращения 01.04.2023).

6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2021 году». – М: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – 2022.

S. O. Safonova, M. V. Berezyuk,
Ural Federal University, Yekateninburg, Russia

METAL RECYCLING AS A REGULAR DEVELOPMENT OF THE INDUSTRY

А. Е. Семерикова, Е. Р. Магарил,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

АНАЛИЗ ЛУЧШИХ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРАКТИК В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ТЭС

Waste from the fuel and energy complex can be used in various directions. An overview of the main ways of using waste from thermal power plants was conducted. The features of the optimal organization of the TPP waste processing enterprise are determined.

Одним из основных видов отходов, образующихся на тепловых электростанциях, являются золошлаки – твердые минеральные продукты сгорания топлива, образующиеся при температуре 1700–1900 °С, представленные шлаком и летучей золой. Ежегодно ТЭС средней мощности выбрасывает в отвалы до 1 млн т золы и шлака, а ТЭС, сжигающая многозольное топливо, – до 5 млн т [1].

В ЕС, Китае, Индии действуют политические директивы (в т. ч. стандарты *LCPD, IED*), регулирующие выбросы угольной промышленности, что привело к росту количества перерабатываемых отходов угольных ТЭС. В США, Германии, Китае объем переработки составляет более 75 %, в Скандинавских странах – до 100 % [2]. В РФ используется менее 10 % золошлаковых отходов (ЗШО), что связано с отсутствием законодательно установленных правил по обращению и вовлечению в оборот данных отходов [3].

Золы ТЭС состоят на 85–90 % из оксидов кремния, алюминия, железа, кальция и магния, что позволяет рассматривать их в качестве сложного техногенного сырья. Также большая часть ЗШО имеет V класс опасности («неопасные»), что делает их пригодными для повторного применения в различных отраслях. Рассмотрим наиболее распространенные методы использования.

Строительная отрасль. Одним из самых распространенных методов утилизации ЗШО ТЭС является их применение в строительной отрасли.

Производство цемента. Золошлаковые отходы тепловых и гидроэлектростанций можно применять в производстве цементов с минеральными добавками. Добавление 15–30 % ЗШО в цемент улучшает его

характеристики и повышает прочность [4]. Кроме того, т. к. золы не требуют термической обработки, снижается объем выбросов CO₂ по сравнению с традиционным способом производства цемента. Примерно 6–9 млн т цемента в РФ может быть заменено золошлаками, что позволит уменьшить выбросы CO₂ в строительной отрасли примерно на 3–5 млн т [5].

Производство бетона. Добавление в бетон ЗШО улучшает водонепроницаемость в сравнении с обычными видами бетона. Одним из перспективных золошлаков является безобжиговый зольный гравий, полученный из высококачественной золы уноса и силикат-глыбы, который в 1,5 раза снижает теплопроводность по сравнению с керамзитобетоном. Однако добавление в бетон золошлаков в объеме более 50 % снижает его прочность и морозостойкость, поэтому необходимо использовать другие способы повышения качества, например, метод электрической сепарации органических компонентов от минеральной части.

Получение геополимерных материалов. ЗШО являются перспективным материалом для получения геополимеров. В качестве теплоизоляторов используют пористые геополимерные материалы, полученные путем затворения золы уноса ТЭС натриевым жидким стеклом в присутствии перекиси водорода в качестве пенообразователя [4]. Кроме того, геополимеры из ЗШО, метокаолина и заполнителей используют при производстве бетонов и керамического кирпича.

Транспортная отрасль. В мировой практике золошлаки угольных ТЭС применяют при строительстве эстакад, мостов, путепроводов и производстве железнодорожных шпал. В России перспективным направлением является сооружение насыпей для путей и производства железобетонных шпал. Также в будущем будет развиваться производство прочных геополимерных шпал, доля ЗШО в которых может составлять до 80 % [5].

Получение ценных компонентов. В золошлаковых отходах содержится большой спектр ценных компонентов. Так, при переработке можно выделить алюминий, железо, титан, золото, алюмосиликатные микросферы, глинозем, магний и др. С помощью магнитной сепарации получают железосодержащий

концентрат для черной металлургии. Фторидным методом выделяют из электромагнитной фракции глинозем, аморфный кремнезем, диоксид железа.

Отходы теплоэнергетики также содержат сырье для высокотехнологичных производств – редкоземельные компоненты. Метод ионной флотации, отличающийся простотой, позволяет извлекать их даже при низких концентрациях веществ из отходов. Для максимального извлечения с помощью метода бактериального выщелачивания из золы уноса получают 49 % лантана, 45 % иттрия и 75 % скандия. Одним из перспективных способов, ускоряющим процесс выщелачивания редких металлов, является использование импульсного и непрерывного электромагнитного микроволнового излучения.

Сельское хозяйство. Отходы ТЭС содержат органические микроэлементы, оксиды, калий и являются неопасными, поэтому возможно их применение в сельском хозяйстве в качестве удобрений, мелиорантов и для рекультивации земель. Золой улучшают водно-физические и агрохимические показатели почв, повышают плодородие, способствуют росту растений, накоплению в них макро- и микроэлементов и защищают от вредителей. Использование ЗШО для рекультивации актуально для близких к местам выработки месторождений ТЭС. Также золошлаки потенциально можно использовать в качестве изолирующего слоя на мусорных полигонах как техногенный грунт для пересыпки ТКО.

На основе проведенных аналитических исследований способов использования ЗШО, были определены особенности выбора оптимальной инфраструктуры, связанной с обращением с данным видом отходов [2]:

– объем образования, технологические особенности обращения с отходами (сбор, хранение, обработка) непосредственно связаны с параметрами и показателями производственно-технической деятельности ТЭС;

– ЗШО как вторсырье физически находятся на территории предприятий энергетики;

– транспортирование необработанной золы экономически не выгодно (из-за образования большого количества не утилизируемых отходов, образующихся после обработки ЗШО);

– экономически эффективна только транспортировка дробленого шлака, определенного размера и качества в виде готового сырья для других отраслей.

Таким образом, оптимальным промышленным объектом, перерабатывающим золошлаки, может стать комплекс по обработке и утилизации, находящийся на территории ТЭС и связанный с потребителями продукции и работ с использованием золошлакового сырья, материалов [6]. Отрасли использования вторичного сырья будут определяться логистическими связями предприятий-потребителей и переработчика ЗШО.

Также данный комплекс будет обеспечивать само предприятие теплоэнергетики сырьем для собственных нужд (например, для рекультивации земель и мест выработки, и т. д.).

В результате, рассмотрение широкого спектра применения золошлаковых отходов тепловых электростанций: строительство, транспортная отрасль, сельское хозяйство и др., позволило сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом организации предприятия по переработке ЗШО является промышленный комплекс непосредственно на территории ТЭС, логистически связанный с предприятиями-потребителями.

Увеличение доли использования зол тепловых электростанций в РФ необходимо, т. к. вовлечение отходов обратно в оборот позволит снизить нагрузку топливно-энергетического комплекса на окружающую среду и сократить использование первичных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техногенные вторичные ресурсы / Отходы. ру. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=1862> (дата обращения 25.03.2023).

2. Кожуховский, И. С. Организационно-экономические и правовые аспекты создания и развития производственно-технических комплексов по переработке золошлаковых отходов в строительную и иную продукцию / И. С. Кожуховский, Е. Г. Величко, Ю. К. Цельковский // Вестник МГСУ. – 2019, № 6 (129).

3. Пичугин, Е. А. Аналитический обзор накопленного в Российской Федерации опыта вовлечения в хозяйственный оборот золошлаковых отходов тепловых электростанций / Е. А. Пичугин // Проблемы региональной экологии. – 2019, № 4.

4. Худякова, Л. И. Использование золошлаковых отходов тепловых электростанций / Л. И. Худякова, А. В. Залуцкий, П. Л. Палеев // XXI век. Техносферная безопасность. – 2019, № 3 (15).

5. Утилизация золошлаков ТЭС как новая кроссотраслевая задача / Энергетическая политика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://energypolicy.ru/utilizacziya-zoloshlakov-tes-kak-novaya-k/energetika/2020/13/21/> (дата обращения 01.03.2023).

6. Цховребов, Э. С. Эколого-экономические аспекты планирования размещения и проектирования промышленных объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов / Э. С. Цховребов // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13, № 11. – С. 1326–1340.

*Angelina E. Semerikova, Elena R. Magaril,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia*

ANALYSIS OF THE BEST EXISTING PRACTICES IN THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT OF THERMAL POWER PLANTS

Ж. Ю. Хаустова, Л. Л. Абржина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЗЕЛЕНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

The article discusses the green energy of industrial regions of Russia. The necessity of introducing renewable energy sources is substantiated. The classification of «green» energy is given. The authors show the need for further development of renewable energy sources to solve environmental breakdown.

Становление альтернативной энергетики началось в России в 2013 году. Инициатором этого стала программа поддержки отрасли, согласно которой генерирующие компании получили гарантированную возможность поставлять полученную энергию распределительным компаниям. Это позволило создать ветряные электростанции, солнечные и малые ГЭС в 18 субъектах Российской Федерации. По прогнозам, общий объем получаемой таким образом энергии к 2025 году составит 6,5 ГВт, из них 3,5 ГВт придется на ветряные электростанции, 2,2 ГВт – на солнечные электростанции и 0,2 ГВт – на малые ГЭС [1–3].

Ряд субъектов Российской Федерации активно участвуют в экологической программе и развивают альтернативные источники энергии, создавая на региональном уровне условия, необходимые для развития и эффективной эксплуатации возобновляемых источников энергии. Лидерство в этой сфере сегодня принадлежит регионам, входящим в состав Южного федерального округа (ЮФО).

Наиболее успешно здесь выступила Ростовская область, где донские ветропарки сумели выработать около 610 МВт в 2021 году, что составило 3 % от общего количества электроэнергии, получаемой в регионе одновременно. Так, благодаря Фонду развития ветроэнергетики, созданному на паритетных началах ПАО «Форум» и АО «Роснано», были запущены четыре ветропарка. В 2021 году ПАО «Энел Россия» открыла Азовскую ветроэлектростанцию мощностью 90 МВт в Ростовской области, свою первую ветроэлектростанцию в России [4].

Ставропольский край прочно удерживает первенство в России по количеству введенных в эксплуатацию сегодня установок ВИЭ: к концу

2024 года ожидается, что их общий объем составит 16 % от общего электропотребления края [5].

На сегодняшний день на территории Оренбургской области насчитывается 17 станций, производящих электроэнергию с помощью солнечных батарей. Их общая мощность составляет 345 МВт, что эквивалентно 3,5 % от общего количества электроэнергии, вырабатываемой в регионе [6].

Компания «Хевел» построила восемь солнечных электростанций в Оренбургской области: в ноябре 2021 года еще одна СЭС была запущена в Переволоцком районе. Объект занимает площадь 25 га, на нем установлено более 41 000 фотоэлектрических панелей общей мощностью 15 МВт. По прогнозам, годовая выработка электроэнергии здесь составит 18 млн кВт·ч, что позволит сократить выбросы углеродов на 6,3 тыс. т [6].

Совокупная установленная мощность ВИЭ в РФ превышает 5,78 ГВт (с учетом малых ГЭС до 50 МВт) (рис. 1).

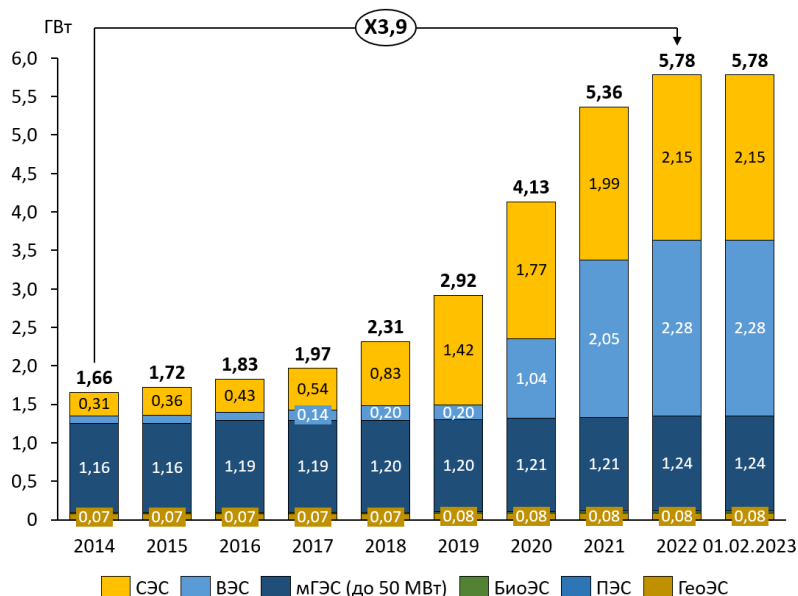


Рис. 1. Совокупная установленная мощность электростанций на основе ВИЭ в России, ГВт.

*Без учета данных по Донецкой Народной Республике (ДНР), Луганской Народной Республике (ЛНР), Запорожской и Херсонской областям. (Источник: АРВЭ, АО «СО ЕЭС», НП «Совет рынка», Ассоциация «Гидроэнергетика России» (дата обращения 07.04.2023))

Доля установленной мощности ВИЭ в энергосистеме РФ – 2,3 % (по договору о предоставлении мощности (далее – ДМП) ВИЭ – 1,6 %). Выработка электростанций ДПМ ВИЭ по итогам января 2023 г. – 944 млн кВт·ч. Доля ДПМ

ВИЭ в объеме выработки электроэнергии в ЕЭС России по состоянию на 01.02.2023 г. – 0,8 % [6].

За последние два года основной прирост общей мощности произошел за счет активного ввода в эксплуатацию ветропарков в рамках ДПМ ВИЭ. На сегодняшний день более 97 % объектов генерации ВИЭ (5,33 ГВт) расположены в ЕЭС России, при этом 64 % от общей мощности ВИЭ работает в объединенной энергосистеме (далее — ОЭС) Юга, около 11 % – в ОЭС Урала, 7–8 % – в ОЭС Северо-Запада и ОЭС Сибири (рис. 2) [6].



Рис. 2. Карта распределения ВИЭ-генерации по энергосистемам (зонам) России, МВт (Источник: АРВЭ)

Сегодня установленная мощность производства ВИЭ в России составляет примерно 2,2 % от общей мощности всех производственных мощностей в Российской Федерации (доля ДПМ ВИЭ составляет 1,5 %). При достижении всех запланированных показателей общая мощность ВИЭ к 2035 году приблизится к 20 ГВт и составит около 7 % от общей установленной мощности в России (рис. 3) [3, 6].

Основные направления государственной политики в области повышения энергоэффективности электроэнергетики на основе ВИЭ на период до 2035 года утверждены в Постановлении Правительства. Правительство РФ установило следующие целевые показатели по доле ВИЭ: 2024 год – 4,5 %, 2035 год – не менее 6 % [3].



Рис. 3. Текущая и прогнозная доля ВИЭ в установленной мощности (Источник: АРВЭ, АО «АТС», АО «СО ЕЭС», НП «Совет рынка» (дата обращения 20.01.2023))

Для возобновляемых источников энергии особое значение имеет привлечение региональных властей для инициирования конкурсного отбора инвестиционных проектов по выработке электроэнергии из возобновляемых источников энергии, работающих на розничном рынке электроэнергии, для возмещения потерь сетевым организациям.

Привлекательность отрасли для инвесторов возрастает в связи с возрастающей значимостью национальной и глобальной повестки дня в области климата. Прогнозы долгосрочных темпов падения мирового спроса на углеводороды корректируются в сторону повышения, на фоне подобных явлений России необходимо срочно провести большую работу по созданию возможностей для замещения будущего дефицита товарных доходов доходами от реализации инновационной продукции, высокотехнологичной продукции сектора возобновляемой энергетики с высокой добавленной стоимостью на экспортных рынках.

ЛИТЕРАТУРА

1. О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на оптовом рынке электрической энергии и мощности. – 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://government.ru/docs/2121/> (дата обращения 07.04.2023).

2. Решение о предоставлении субсидий из федерального бюджета на государственную поддержку технологического присоединения генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии. – 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://minenergo.gov.ru/node/489> (дата обращения 07.04.2023).

3. Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р (в ред. распоряжения Правительства от 01.06.2021 г. № 1446-р). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83805/ (дата обращения 07.04.2023).

4. Энергетика и ТЭК. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://sdelanounas.ru/blogs/142062/> (дата обращения 09.04.2023).

5. АРВЭ назвала регионы – лидеры развития возобновляемых источников энергии. – 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rreda.ru/novosti/reliis_reiting (дата обращения 20.01.2023)

6. АРВЭ, АО «СО ЕЭС», НП «Совет рынка», Ассоциация «Гидроэнергетика России». – 2023. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rreda.ru/statistics_of_renewable_energy_in_russia (дата обращения 07.04.2023).

Zh. Yu. Khaustova, L. L. Abrzhina,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

GREEN ENERGY OF INDUSTRIAL REGIONS OF RUSSIA

Ж. Ю. Хаустова, М. В. Березюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

РАЗВИТИЕ ПРОЕКТОВ ВИЭ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ РФ

The article is devoted to the analysis of the introduction of renewable energy capacities in the Russian Federation in the current situation in the global economy and geopolitics.

Текущая ситуация в мировой экономике и геополитике вносит свои серьезные коррективы в реализацию проектов отрасли возобновляемой энергетики в России. В связи с возрастающей ролью ВИЭ в развитии мировой экономики перед Россией встают новые задачи, связанные с необходимостью ускоренного формирования технологических, научных и инженерных кадров. Отставание сектора ВИЭ в России, созданное в предыдущие годы, позволяет отрасли не только продолжать реализацию ранее утвержденных проектов, но и строить долгосрочные планы.

Временное смещение приоритетов выработки антикризисных мер и противодействия санкциям не снижает актуальности климатической повестки в России, а работа в области разработки нормативно-правовой базы в полной мере отражает глобальные приоритеты сокращения выбросов парниковых газов и увеличения доли производства возобновляемой энергии в энергобалансе, хотя и не в таких масштабах, как в других странах.

В 2021 году по сравнению с предыдущим годом Россия сохранила высокие темпы строительства «зеленых» энергетических мощностей. Объем ввода новых производств ВИЭ второй год подряд превысил 1 ГВт: в 2021 г. по программе ДПМ ВИЭ построено 1212 МВт (рис. 1). Рынок ветроэнергетики, как и годом ранее, показал ускорение темпов строительства: 1009 МВт новых ветропарков начали поставлять электроэнергию на оптовый рынок в 2021 г., на 35 % меньше, чем годом ранее. При этом изменение геополитической ситуации и беспрецедентные санкции, введенные в отношении России, явно будут препятствовать своевременной реализации инвестиционных проектов в сфере строительства электростанций ВИЭ.

В июле 2022 году в рамках ДПМ на оптовом рынке электроэнергии и мощности введено в эксплуатацию 95 объектов генерации возобновляемой энергии общей мощностью 3 746,8 МВт, в т. ч. 70 электростанций солнечных (далее – СЭС) – 1 788,3 МВт, 22 ветровых электростанции (далее – ВЭС) – 1 937,7 МВт, три малых ГЭС (далее – мГЭС) – 20,9 МВт. С января по июль 2022 года введены в эксплуатацию фотоэлектрические установки общей мощностью 138 МВт, по планам до конца года должен быть введен еще 855 МВт новых генерирующих мощностей ВИЭ (в т. ч. 292 МВт запланировано к вводу в предыдущие периоды).

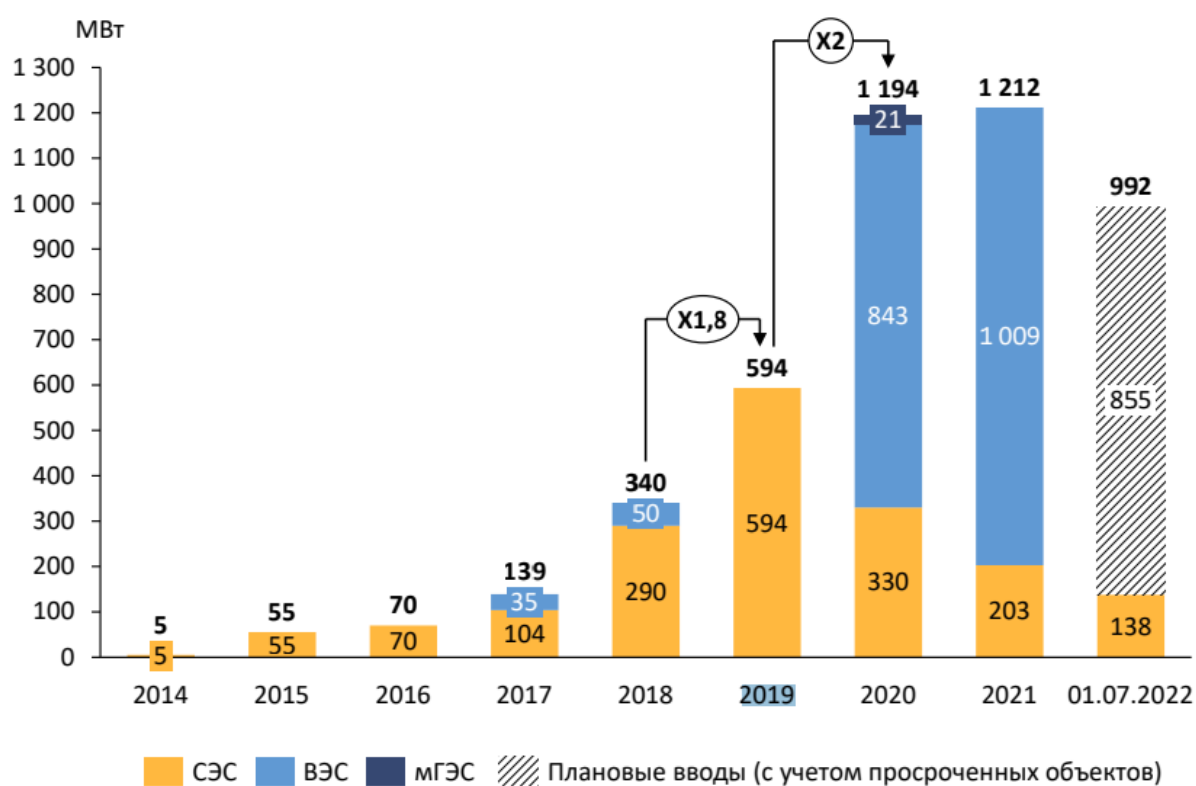


Рис. 1. Динамика вводов электростанций на основе ВИЭ (ДМП ВИЭ), МВт
 Источник: АРВЭ, АО «СО ЕЭС», НП «Совет рынка»
 (Реестр квалифицированных объектов) [1]

По итогам 2021 года выработка электроэнергии на генерирующих возобновляемых источниках энергии, построенных в рамках ДПМ ВИЭ, составила 5 213 млн кВт·ч (рис. 2), что соответствует 0,47 % от общего производства электроэнергии в ЕЭС России. По данным АРВЭ, по состоянию на июль 2022 года доля генерации солнечных, ветровых и малых ГЭС по ДПМ ВИЭ в объеме потребления электроэнергии в ЕЭС России достигла 0,7 %.

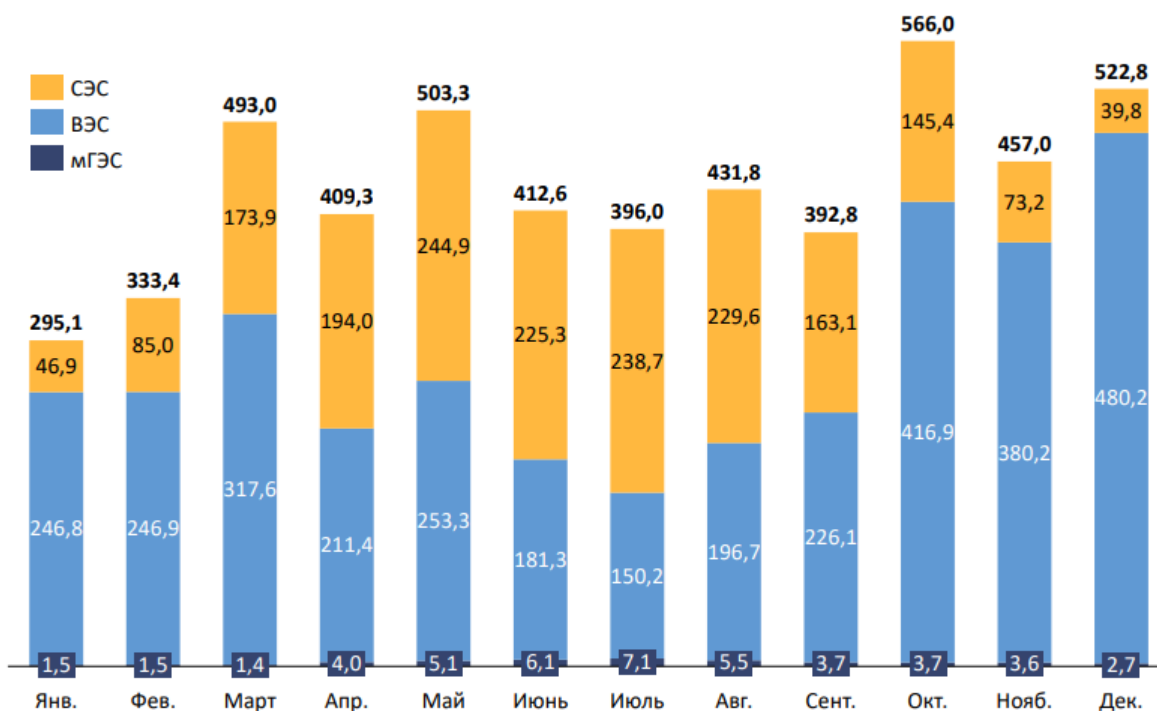


Рис. 2. Объем выработки электроэнергии на квалификационных объектах ДМП ВИЭ в 2021 г., млн кВт·ч.

Источник: АРВЭ, АО «СО ЕЭС», НП «Совет рынка» (Реестр квалифицированных объектов) [1].

Средний коэффициент использования установленной мощности (далее КИУМ) электростанций на конец 2021 года составил: по СЭС – 14,3%, ВЭС – 29,9 %, МГЭС – 24,8 %. К концу 2024 года по результатам реализации первого этапа программы поддержки ДПМ ВИЭ 1.0 в России будет работать 5,43 ГВт генерации из ВИЭ.

По состоянию на июль 2022 года суммарная установленная мощность электростанций возобновляемой энергетики, работающих в ЕЭС России и технологически обособленных территориальных энергосистемах (далее – ТИТЭС), составляет 5,47 ГВт (рис. 3). Ветряные и солнечные электростанции (2,1 ГВт) и малые ГЭС до 50 МВт (1,2 ГВт) занимают первое место в структуре установленной мощности ВИЭ. Кроме того, есть биомасса, биогаз, свалочный газ, приливные и геотермальные электростанции общей мощностью около 100 МВт.

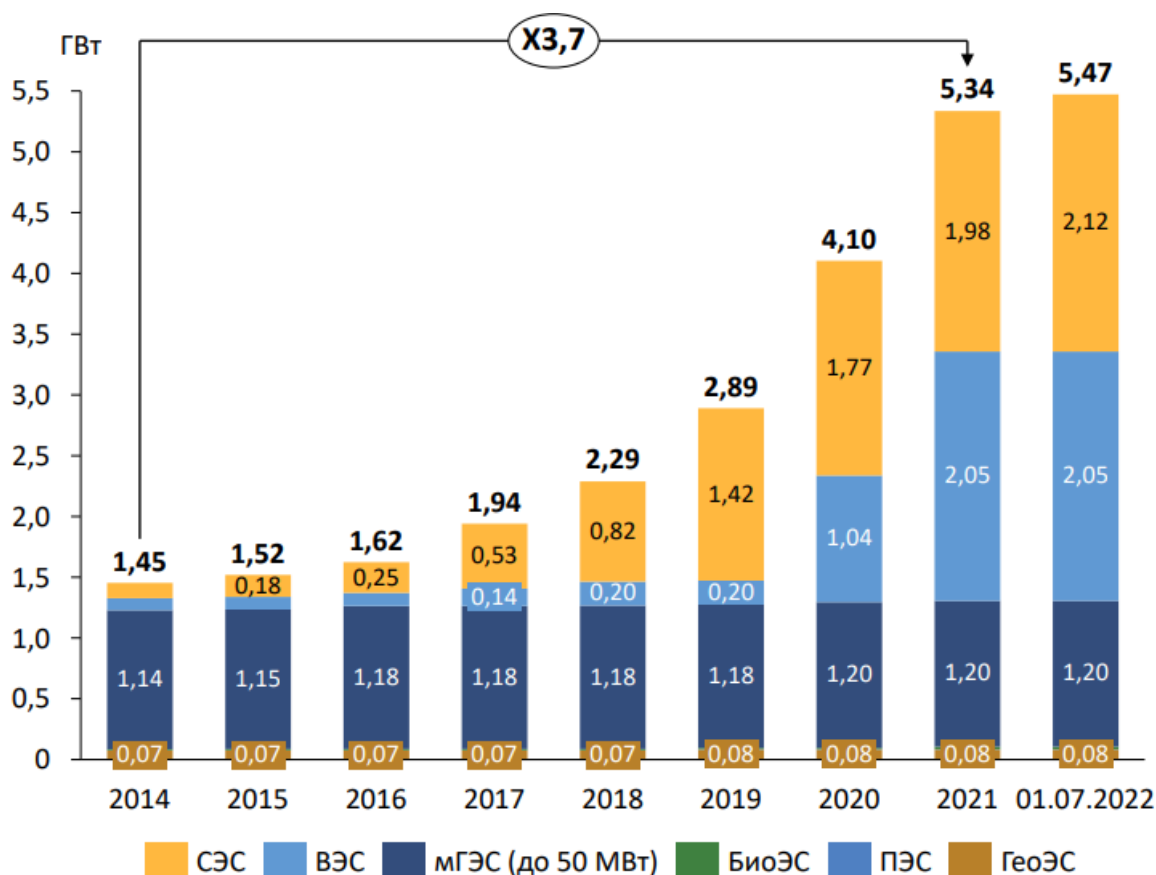


Рис. 3. Совокупная установленная мощность электростанций на основе ВИЭ в России, ГВт
 Источник: АРВЭ, АО «СО ЕЭС», НП «Совет рынка», Ассоциация «Гидроэнергетика России» [1, 2]

За последние два года основной прирост общей мощности произошел за счет активного ввода в эксплуатацию ветропарков в рамках ДПМ ВИЭ. На сегодняшний день более 97 % объектов генерации ВИЭ (5,33 ГВт) расположены в ЕЭС России, при этом 64 % от общей мощности ВИЭ работает в объединенной энергосистеме (далее – ОЭС) Юга, около 11 % – в ОЭС Урала, 7–8 % – в ОЭС Северо-Запада и ОЭС Сибири.

На сегодняшний день установленная мощность производства ВИЭ в России составляет примерно 2,2 % от общей мощности всех производственных мощностей в Российской Федерации (доля ДПМ ВИЭ составляет 1,5 %). При достижении всех запланированных показателей общая мощность ВИЭ к 2035 году приблизится к 20 ГВт и составит около 7 % от общей установленной мощности в России (рис. 4).

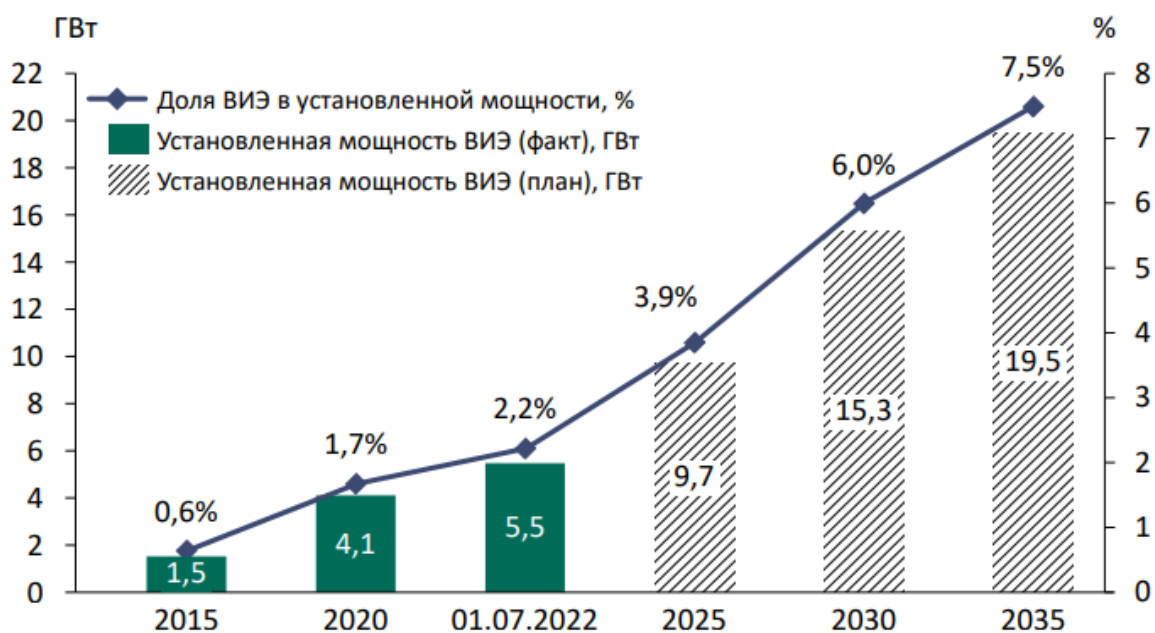


Рис. 4. Текущая и прогнозная доля ВИЭ в установленной мощности
 Источник: АРВЭ, АО «АТС», АО «СО ЕЭС», НП «Совет рынка» [1, 3]

Основные направления государственной политики в области повышения энергоэффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года утверждены ПП № 1523-р [4]. Так, Правительство РФ установило следующие целевые показатели по доле ВИЭ: 2024 год – 4,5 %, 2035 год – не менее 6 %.

Несмотря на активное развитие отрасли на оптовом рынке в последние годы, объема поддержки, предусмотренного указом, недостаточно для достижения установленных показателей к 2024 году. При этом планируется достичь выработки ВИЭ к 2035 году в размере 6 % от общего объема производства и потребления в РФ, более чем на 50 % за счет программ поддержки оптового рынка (ДПМ ВИЭ), а также за счет механизма стимулирования инвестиций в генерацию ВИЭ, работая на розничных рынках электроэнергии и реализуемых отраслью проектов для собственных нужд.

В настоящее время проводится дифференцированный мониторинг объемов производства электроэнергии установками ВИЭ по солнечным электростанциям и диспетчерским ветряным электростанциям на основании данных, предоставленных АО «СО ЕЭС» [3].

Кроме того, показатель доли возобновляемых источников энергии в общем объеме производства электроэнергии публикует Росстат. На рис. 5 представлена динамика фактического и расчетного показателя доли всех объектов генерации ВИЭ (кроме малых ГЭС мощностью более 25 МВт) в энергопотреблении России до 2035 года. Доля генерации возобновляемой энергии в России значительно ниже, чем в странах, активно реализующих политику перехода к зеленой энергетике в последние десятилетия. Однако существующая система поддержки и объявленная в стране политика углеродной нейтральности придали дополнительный импульс инвестициям в возобновляемую энергетику.

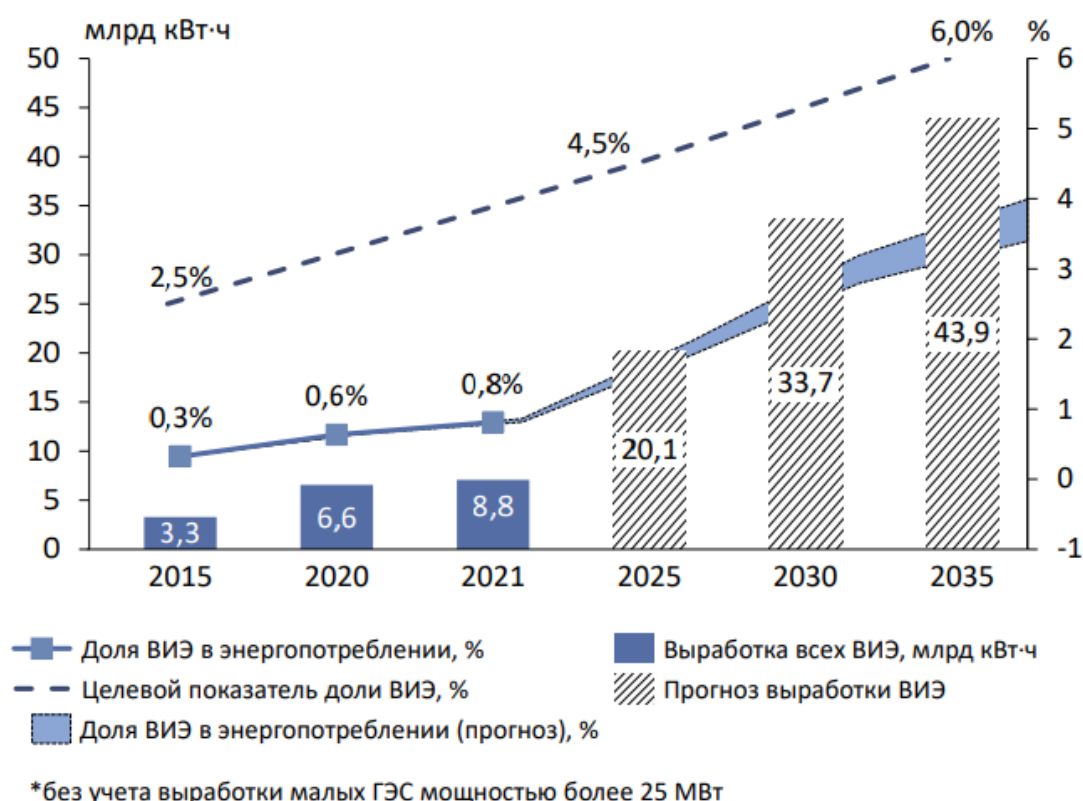


Рис. 5. Текущая и целевая доля ВИЭ в потреблении электроэнергии в России
 Источник: АРВЭ, АО «АТС», АО «СО ЕЭС», НП «Совет рынка», распоряжение
 Правительства РФ № 1-р от 08.01.2009 (в ред. от 01.06.2021 г.) [1, 3].

В 2021 году произошел сдвиг по вопросу декарбонизации экономики, была принята Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года [5], согласно которой реализация цели (интенсивный) позволит Российской Федерации достичь

баланса между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением к 2060 году [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассоциация развития возобновляемой энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://portal.rreda.ru/> (дата обращения 01.04.2023).

2. Ассоциация «Гидроэнергетика России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hydropower.ru/> (дата обращения 01.04.2023).

3. АО «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС») [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.so-ups.ru/> (дата обращения 01.04.2023).

4. Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202006110003> (дата обращения 01.04.2023).

5. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf> (дата обращения 01.04.2023).

J. Yu. Haustova, M.V. Berezyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

DEVELOPMENT OF RES PROJECTS IN THE WHOLESALE MARKET OF ELECTRICITY AND CAPACITY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Ж. Ю. Хаустова, И. В. Рукавишникова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ И ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

The paper assesses the scale of the problem of associated petroleum gas flaring in Russia and abroad; reviewed the Russian and world experience in the utilization and use of associated gas. The most promising in terms of efficiency can be considered the use of associated gas in gas chemistry.

На сжигание попутного нефтяного газа ежегодно приходится более 35 % всех выбросов загрязняющих веществ в атмосферу мировой нефтегазовой отрасли. Выбросы включают сотни тыс. т NO (оксида азота), CO (монооксида углерода), около 350 млн т CO₂ (диоксид углерода), диоксид серы и другие продукты неполного сгорания углеводородов [1]. Несмотря на мировую тенденцию к полному прекращению нерационального сжигания газа, Россия остается лидером по сжигаю ПНГ.

Попутный нефтяной газ представляет собой смесь газообразных углеводородов, растворенных в нефти, которые выделяются при ее добыче и подготовке. ПНГ по составу богаче природного газа. Это связано с тем, что помимо метана и этана в состав нефтяного газа входят пропан, бутан и другие углеводороды, молекулы которых содержат от одного до четырех атомов углерода.

На рис. представлены данные об объемах добычи, сжигания и уровне использования ПНГ в России за 2000–2020 годы [2].

В период с 2000 по 2020 гг. добыча попутного нефтяного газа увеличилась, это связано с ростом добычи нефти. По данным ВР с 2010 по 2019 год добыча нефти в России поднялась с 512,3 до 573,4 млн т (рост на 12 %) [3]. Соответственно вырос и объем попутного нефтяного газа.

На сегодняшний день существуют различные способы утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ). Они позволяют горнодобывающим и транспортным компаниям отказаться от сжигания этого незаменимого драгоценного ресурса.

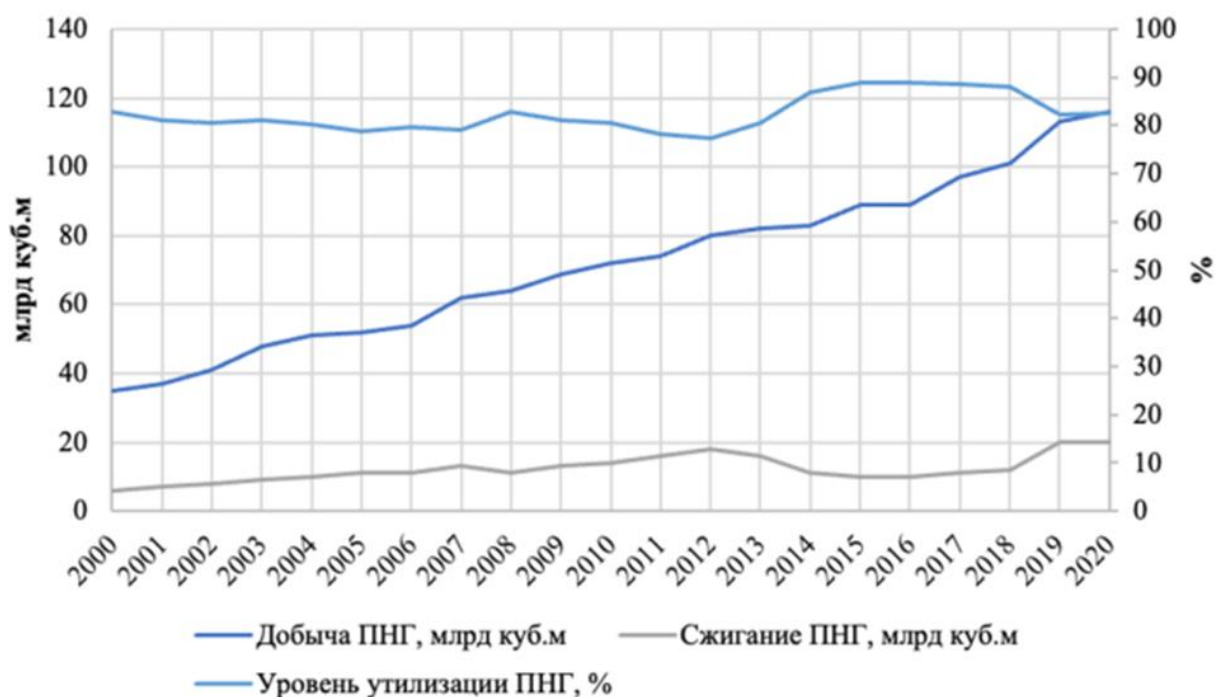


Рис. Добыча, сжигание и уровень утилизации ПНГ в России за 2000–2020 гг.

После вступления в силу Постановления нефтегазовые компании стали активнее использовать имеющиеся методы утилизации ПНГ [9]. Это позволило с 2012 по 2015 год увеличить уровень утилизации на 13 % в среднем по стране. Но с 2018 года уровень утилизации ПНГ заметно снижается. Минэнерго РФ связывает это с увеличением добычи нефти на новых месторождениях, для которых характерен недостаточный уровень развития инфраструктуры, необходимой для утилизации ПНГ [4].

Проблема утилизации ПНГ актуальна для большинства стран, добывающих нефть. До сих пор ежегодно на нефтяных скважинах по всему миру сжигается миллиарды кубометров природного газа. Сжигание газа на факелах – это трата ценного энергетического ресурса, который можно использовать для поддержки экономического роста и прогресса.

Нефтегазовые компании комбинируют способы использования ПНГ в зависимости от того, насколько эффективно и экономически целесообразно использовать тот или иной способ на конкретном месторождении в определенных условиях.

Опыт ряда стран может быть полезен для российских компаний.

В Саудовской Аравии, занимающей пятое место в мире по запасам газа, около 60 % этих запасов связано с нефтяным газом. Перерабатывающие ПНГ мощности обычно соответствуют уровню производства. Сухой газ, продукт газоперерабатывающих заводов, составляет 40 % энергетического баланса страны. Там в качестве побочного продукта производится этан, который поставляется по регулируемым и очень низким тарифам на переработку нефтехимическим предприятиям. Этот проект продолжает привлекать крупные инвестиции в нефтехимическую промышленность Саудовской Аравии [5].

Стоит обратить внимание на опыт Саудовской Аравии, где поиск решений по использованию ПНГ был обусловлен избытком попутного газа и инициативами правительства и бизнеса. Государственная компания «Сауди Арамко» построила необходимую инфраструктуру для сбора и транспортировки ПНГ, была создана специализированная нефтехимическая компания «САБИК».

В последние годы в Иране построено и запущено множество небольших частных химических заводов, использующих в основном европейское оборудование и достаточно современные технологии. Благодаря дешевому местному сырью они имеют серьезное конкурентное преимущество.

Для России может быть интересен опыт Казахстана, где система газопереработки формировалась в рамках плановой экономики СССР. Казахстан превзошел Россию по законодательству, касающемуся использования природного газа. В стране запрещена промышленная эксплуатация нефтегазовых месторождений без рационального использования ПНГ.

В Азербайджане *SOCAR* в сотрудничестве с *BP* осуществляет крупный проект по сбору попутного нефтяного газа с морских платформ в Каспийском море. Ежегодно с морских месторождений компании добывается около 1 млрд м³ ПНГ и перекачивается в газотранспортную систему [5].

Государство может выиграть, сосредоточившись на стимулировании сегмента переработки ПНГ. Во-первых, будут устранены технологические ограничения при вводе в эксплуатацию новых месторождений нефти и газа, в т. ч. географически удаленных и имеющих сложный газовый состав. Во-вторых,

ожидается повышение общей рентабельности добычи углеводородов для добывающих компаний, которые реинвестируют дополнительную маржинальную прибыль в новые проекты [6].

Более активная переработка нефтяного газа создает спрос на рабочую силу в регионах, а также спрос на высокотехнологичную продукцию со стороны других отраслей российской экономики.

Сейчас доля нефтехимии в российской промышленности составляет всего около 2 %, тогда как в Китае – 30 %, в США – 25 %. Суммарная выручка от реализации продукции нефтехимии в мире достигает 3 трлн долл. США, что сопоставимо с показателями мирового рынка нефти [5]. Эпоха нефти и газа как источников топлива и энергии подходит к концу.

Крупные нефтегазовые компании выходят на высокий уровень использования попутного газа. Исключение составляют компании с высокими абсолютными объемами добычи ПНГ (ПАО «Роснефть», ПАО «Газпром нефть»). При этом объемы сжигания ПНГ в абсолютном выражении в последние несколько лет увеличиваются. Это связано с тем, что компании не успевают развивать инфраструктуру по утилизации газа, по объемам соответствующую росту добычи нефти [7].

Анализ методов утилизации ПНГ, используемых российскими компаниями, выявляет активное развитие производства продуктов газохимии путем переработки ПНГ на газоперерабатывающих заводах. Несмотря на то, что это предполагает производство продукции с высокой добавленной стоимостью и может принести большой экономический эффект, многие компании до сих пор используют другие (более простые) способы использования ПНГ [8].

Рост спроса на продукты газохимии будет продолжаться под влиянием таких факторов, как рост населения земного шара, повышение его благосостояния, непрерывная урбанизация и усиление замещения материалов. Это подтверждает своевременность и актуальность развития данного направления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономически целесообразные наилучшие доступные технологии снижения выбросов черного углерода от факельного сжигания попутного нефтяного газа / Инициатива ЕС по черному углероду в Арктике. – Технический отчет 3. – 2019. – С. 47.
2. Отчет о функционировании и развитии ТЭК России в 2020 году // Министерство энергетики Российской Федерации. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/20322/154189> (дата обращения 30.03.2023).
3. Кирюшин, П. А. и др. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!» // Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. – 2013. – С. 88.
4. Significant Economic and Environmental Gains Can Be Achieved By Applying Best Available Technology in The Oil Sector in The Arctic // Arctic Council. – 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://arctic-council.org/ru/news/best-available-technology-in-the-oil-sector-inthe-arctic> (дата обращения 30.03.2023).
5. Попутный нефтяной газ и midstream. – 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nangs.org/news/world/poputnyj-neftyanoj-gaz-i-midstream> (дата обращения 30.03.2023).
6. Актуальные вопросы добычи и квалифицированного использования попутного нефтяного газа в России. – 2022. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://burneft.ru/archive/issues/2022-01/26> (дата обращения 31.03.2023).
7. Актуальные вопросы добычи и квалифицированного использования попутного нефтяного газа в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://burneft.ru/archive/issues/2022-01/26> (дата обращения 31.03.2023).
8. Брагинский, О. Б. Реализация проектов – путь к устойчивому развитию российской нефтегазохимической промышленности / О. Б. Брагинский // НефтеГазоХимия. – 2018, № 2. – С. 5–13.

9. Постановление Правительства РФ от 08.11.2012 № 1148 (ред. от 13.12.2019). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_137637/ (дата обращения 30.03.2023).

J. Yu. Haustova, I. V. Rukavishnikova
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**THE PROBLEM OF UTILIZATION AND OPTIONS FOR THE USE OF
ASSOCIATED PETROLEUM GAS**

Л. А. Шибека, Д. В. Мытько,
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Беларусь*

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

The features of purification of washing wastewater of galvanic production from heavy metal ions are considered. The possibility of using sawdust as sorbents for wastewater treatment from zinc compounds is shown. The technology of wastewater treatment using sorbents based on wood waste is proposed.

Участки нанесения гальванического покрытия на детали относятся к числу технологических процессов, оказывающих значимое негативное воздействие на компоненты окружающей среды, обусловленное образованием большого количества сточных вод, промышленных отходов с высоким классом опасности, выделением загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Одной из экологических проблем гальванического производства является образование сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов. Современный уровень развития методов очистки сточных вод позволяет получить воду практически любой степени чистоты, однако стоимость такой очистки является высокой.

Традиционным способом очистки сточных вод гальванических участков является реагентный метод. Он предусматривает перевод ионов тяжелых металлов в нерастворимые в воде соединения, которые затем удаляют отстаиванием, фильтрованием и другими способами. Реагентный метод очистки сточных вод обладает совокупностью достоинств, однако он требует применения дорогостоящих реагентов, не позволяет полностью извлечь ионы металлов из раствора и характеризуется образованием значительного количества осадков сточных вод, обезвреживание которых требует дополнительных затрат [1].

Для увеличения степени чистоты предварительно очищенных вод и возможности повторного использования в производстве применяют различные способы их обработки, в т. ч. сорбционные методы [2]. В качестве сорбентов все чаще внимание ученых привлекают сорбционные материалы на основе отходов

растительного происхождения: древесные опилки, кора, щепа; лужга кукурузы, подсолнечника и др. [3, 4].

Цель работы заключалась в разработке технологии очистки (доочистки) сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием целлюлозосодержащего сорбента.

В исследованиях использовали древесные опилки хвойных пород с размером частиц отхода не более 10 мм. Водную суспензию отходов обрабатывали электромагнитным сверхвысокочастотным излучением (СВЧ-обработка). Далее производили разделение фаз. Модифицированные опилки высушивали при температуре 105 °С до постоянной массы. Такой способ обработки отходов деревообработки способствовал увеличению поглонительных свойств сорбента в отношении ионов тяжелых металлов.

Проведенные исследования показали, что сорбционная емкость образцов, полученных указанным выше способом, составляет в отношении ионов цинка 158 мг/г сорбента. Определены оптимальные условия проведения сорбционной очистки сточных вод: доза сорбента – 4 г/дм³; продолжительность взаимодействия сорбента со сточными водами – 60 мин.

На основании результатов исследований разработана схема очистки (доочистки) сточных вод от ионов тяжелых металлов. На рис. представлена схема сорбционной очистки промывных сточных вод гальванического производства с использованием модифицированных древесных опилок.

Приведенная схема включает следующие стадии:

- 1) получение сорбционного материала;
- 2) очистка промывных сточных вод гальванического производства;
- 3) возврат очищенных вод в технологический процесс производства продукции;
- 4) обработка отработанного сорбционного материала с возможностью его использования в качестве вторичного материального ресурса в различных отраслях народного хозяйства.

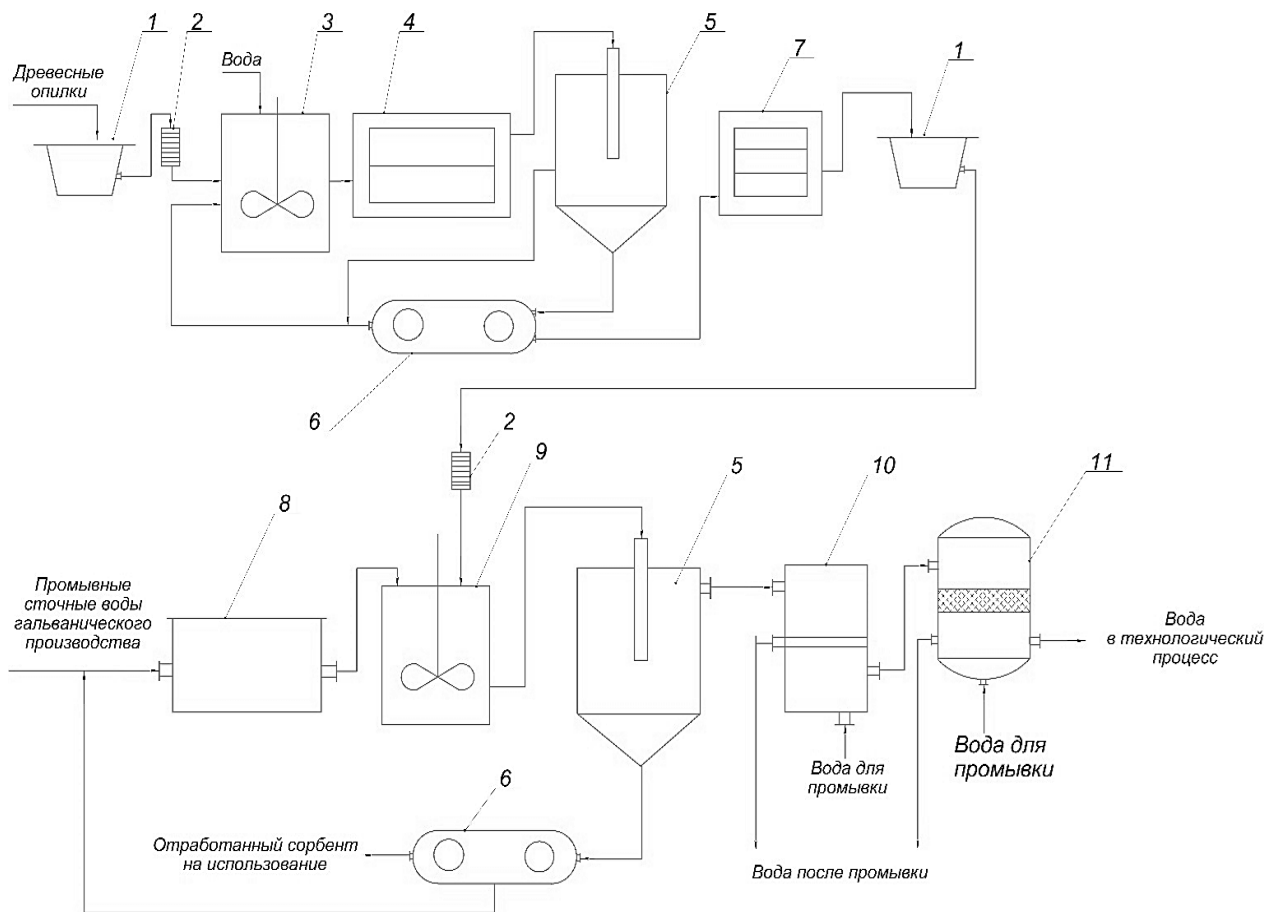


Рис. Схема сорбционной очистки сточных вод с использованием модифицированных древесных опилок

1 – сборная емкость; 2 – дозатор; 3 – смеситель; 4 – СВЧ-печь; 5 – отстойник; 6 – фильтр-пресс; 7 – сушильный шкаф; 8 – приемный резервуар; 9 – реактор; 10 – механический фильтр; 11 – сорбционный фильтр

Необработанные древесные опилки из сборной емкости 1 подаются с помощью дозатора 2 в смеситель 3, где смешиваются с водой при массовом соотношении твердой и жидкой фаз, равном 1:10. Смешанные с водой древесные опилки поступают в СВЧ-печь 4, где происходит их обработка СВЧ-излучением. Продолжительность обработки составляет 2 мин.

Далее смесь опилок и воды подвергается разделению в отстойнике 5. В результате отстаивания опилки отделяются от воды и подаются на фильтр-пресс 6, где обезвоживаются. Жидкая фаза (вода) после фильтр-пресса 6 и отстойника 5 возвращается в смеситель 3, а твердая фаза (модифицированные опилки) подается в сушильный шкаф 7, где высушивается при температуре 105 °С. Высушенный сорбент хранится в сборной емкости 1, откуда с помощью дозатора 2 подается в реактор 9. Туда же, из приемного резервуара 8 подаются

промывные сточные воды гальванического производства, содержащие ионы тяжелых металлов (например, цинка). В реакторе 9 происходит интенсивное перемешивание промывных сточных вод с сорбентом. Продолжительность взаимодействия сточных вод с сорбентом составляет 60 мин. По окончании сорбционной очистки вода отделяется от отработанного сорбента в отстойнике 5. Для удаления механических примесей, присутствующих в воде, очищенная вода подается на механический фильтр 10 (для промывки фильтра используется вода, подаваемая снизу вверх).

Доочистка воды от растворенных примесей осуществляется на сорбционном фильтре 11. В качестве сорбента используется активный уголь. В процессе адсорбционной очистки активный уголь удаляет из воды остаточные количества ионов тяжелых металлов и других загрязняющих веществ.

Очищенная вода возвращается в технологический процесс нанесения гальванического покрытия на стадию промывки деталей (например, после ванны цинкования). Отработанный сорбент после отстойника 5 поступает на фильтр-пресс 6, где происходит его обезвоживание. Вода после фильтра-пресса 6 смешивается с входным потоком сточных вод, поступающим на очистку.

Обезвоженный отработанный сорбент может найти применение в различных отраслях народного хозяйства (например, в качестве выгорающей добавки при производстве керамического кирпича и др.).

Достоинствами разработанного метода очистки вод является возможность удаления различных по природе примесей из водного раствора, возврата очищенной воды в технологический процесс нанесения гальванических покрытий на детали. Реализация на практике представленного способа очистки стоков способствует ресурсосбережению, снижает потребление природных ресурсов, которые используются для производства сорбентов, а также уменьшает поступление токсичных соединений в окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов, С. С. Экологически безопасное гальваническое производство / Под ред. В. Н. Кудрявцева. – М.: Производственно-издательское предприятие «Глобус», 1998. – 302 с.

2. Родионов, А. И. Технологические процессы экологической безопасности. Гидросфера: учебник для академического бакалавриата / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 283 с.

3. Никифорова, Т. Е. Сорбционные свойства и природа взаимодействия целлюлозосодержащих полимеров с ионами металлов / Т. Е. Никифорова, Н. А. Багровская, В. А. Козлов, С. А. Лилин // Химия растительного сырья. – 2009, № 1. – С. 5–14.

4. Никифорова, Т. Е. Сольватационно-координационный механизм сорбции ионов тяжелых металлов целлюлозосодержащим сорбентом из водных сред / Т. Е. Никифорова, В. А. Козлов, Е. А. Модина // Химия растительного сырья. – 2010, № 4. – С. 23–30.

Ludmila A. Shibeka, Dziyana V. Mytsko,
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY USING SORBENTS BASED ON WOOD WASTE

Д. А. Шилкина, А. М. Гонопольский,
Российский государственный университет нефти и газа, Москва, Россия

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАЩЕНИЯ С КОНЦЕНТРАТОМ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

The use of reverse osmosis membrane plants for water treatment purposes is complicated by the presence of waste concentrates to be disposed of. The article analyzes publications in the field of reverse osmosis concentrate processing. Based on the generated database of the obtained data, it was concluded that the use of coagulants and their joint use for the effective utilization of concentrates was expedient.

Одним из перспективных методов для изучения и применения в области очистки воды от загрязнений является технология мембранного разделения. Необходимость в мембранах на сегодняшний день увеличивается, следовательно, их эффективность в процессе очистки не должна подводить.

Серьезную проблему составляет наличие у обратноосмотических установок сбросных расходов концентрата, которые содержат все удаленные из воды соли и другие загрязнения и имеют высокую минерализацию, что не позволяет сбрасывать их в поверхностные водоемы и канализационные сети городов [1].

Наличие сбросных расходов концентратов у установок обратного осмоса ограничивает их применение при создании станций очистки подземных и поверхностных вод для питьевых и технических целей. Особенно наличие концентрата мешает использованию метода обратного осмоса в системах подготовки воды для паровых котлов [1].

В таблице 1 представлено сравнение методов обессоливания по трем уровням: минимальный (Мин.), максимальный (Макс.) и средний (Ср.).

По результатам сравнения методов в таблице 1 можно сказать, что обратный осмос по многим параметрам превосходит остальные методы обессоливания, однако, при реализации метода образуется большое количество отходов, при этом утилизация и переработка этих отходов остается на слабом уровне. В связи с этим в отчете был проведен литературный обзор о возможных способах утилизации концентрата обратного осмоса.

Сравнение методов обессоливания

Параметр	Ионный обмен	Обратный осмос	Электродиализ	Выпарка
Надежность	Макс.	Ср.	Мин.	Макс.
Степень обессоливания	Макс.	Ср.	Мин.	Ср.
Удаление органики	Мин.	Макс.	Мин.	Ср.
Удаление микрофлоры	Мин.	Макс.	Ср.	Макс.
Удаление взвесей	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
Удаление растворенных газов	Мин.	Мин.	Мин.	Макс.
Требования к подготовке	Мин.	Макс.	Макс.	Ср.
Энергозатраты	Мин.	Макс.	Макс.	Макс.
Расход реагентов	Макс.	Мин.	Мин.	Мин.
Расход питающей воды	Мин.	Макс.	Макс.	Мин.
Объем отходов	Мин.	Макс.	Ср.	Мин.
Возможность переработки отходов	Макс.	Мин.	Мин.	Макс.
Возможность сброса отходов	Мин.	Макс.	Ср.	Мин.

В статье были рассмотрены способы утилизации концентрата, которые на сегодняшний день наиболее применимы, однако каждый из них имеет свои недостатки, из-за которых утилизация концентрата может быть неполной.

В таблице 2 представлены основные параметры, по которым характеризуется применимость методов утилизации концентрата. Сравнив все технологии, можно сказать, что утилизация концентрата с помощью сорбента или коагулянта будет иметь более успешный результат.

Рассмотрим эффективность очистки коагулянтов, используемых для утилизации концентрата (табл. 3). Из таблицы 3 видно, что ЭХК преобладает по снижению мутности и обеззараживанию. Этот метод привлекателен тем, что при электрохимическом растворении железного или алюминиевого анодов происходит образование коагулирующего вещества в обрабатываемой воде.

Таблица 2

Сводная таблица характеристик методов утилизации концентрата

Параметры	Применение сорбентов	Применение коагулянтов	Затравка на кристаллах	Выпарка концентрата	На-катионитовое умягчение	Прямая утилизация
Влияние на ОС	-	-	-	-	-	Значительное влияние при сбросе солевого стока
Затраты на реагенты	Минимальные, т.к. используются природные сорбенты или отходы промышленности	Затраты на коагулянты, флокулянты	Затраты на карбонат кальция и гидроксид магния	-	Затраты на едкий натр	-
Энергозатраты	-	-	-	Увеличение, т.к. процесс многоэтапный с применением большого количества оборудования	Увеличение, т.к. процесс многоэтапный с применением большого количества оборудования	-
Применимость к растворам низкой концентрации	Сорбенты способны взаимодействовать с растворами низкой концентрации и низкой активности	СКИФ 300 способен взаимодействовать с растворами низкой концентрации	-	-	-	Сброс применим к растворам низкой концентрации
Применимость отработанных материалов	-	-	-	Получение вторичного сырья – сухих солей	-	Вторичное использование солевого концентрата
Степень очистки	82–90 %	88–96 %	80 %	79 %	89 %	-

При этом образуются гидроксиды соответствующих металлов, которые в свою очередь обладают высокой сорбционной способностью к

высокодисперсным и особенно коллоидным частицам примесей в котловой воде, также он позволяет отказаться от большого числа реагентов [2].

Таблица 3

Эффективность очистки рассматриваемых коагулянтов

Исследуемые показатели воды	Эффективность очистки, %			
	СА	Аква-Аурат	СКИФ 300	ЭХК
Мутность	88,57	87,15	88,10	90,95
Цветность	62,86	54,29	65,70	40,00
ОМЧ	65,00	90,00	93,33	96,11

*ОМЧ – Общее микробное число

*СА – Сернокислый алюминий

ЭХК – Электрохимическая коагуляция

Из таблицы 3 видно, что ЭХК преобладает по снижению мутности и обеззараживанию. Этот метод привлекателен тем, что при электрохимическом растворении железного или алюминиевого анодов происходит образование коагулирующего вещества в обрабатываемой воде. При этом образуются гидроксиды соответствующих металлов, которые, в свою очередь, обладают высокой сорбционной способностью к высокодисперсным и особенно коллоидным частицам примесей в котловой воде, также он позволяет отказаться от большого числа реагентов [2].

Помимо вышесказанного возможен еще один вариант очистки. Это контактное фильтрование, т. е. применение СА, СКИФ и Аква-Аурат, которое, судя по таблице 3, обеспечит при очистке осветление, обесцвечивание и частичное обеззараживание воды.

Рассмотрим две зависимости для сравнения изменений мутности и цветности воды (рис. 1, 2).

Из рисунка 1 видно, что эффект снижения мутности воды при контактной коагуляции с использованием СКИФ™300 и ЭХК составляет более 90–95 %.

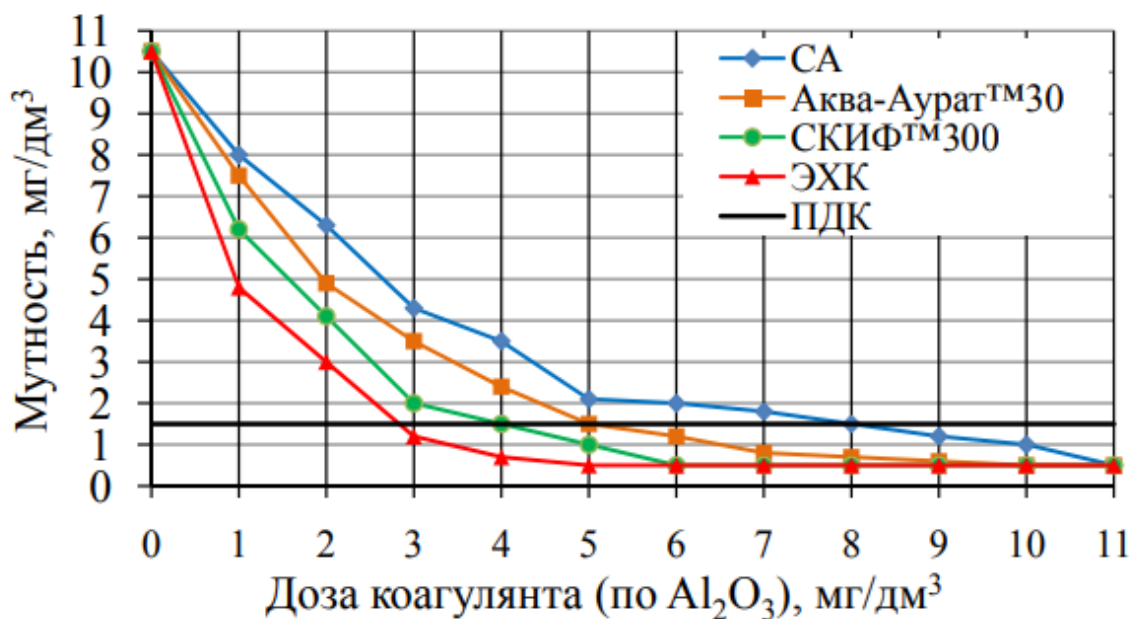


Рис. 1. Изменение мутности воды

Из графика на рисунке 2 можно заметить, что снижение цветности фильтрата зависит от дозы и природы коагулянта. Эффективным коагулянтом является СКИФ™300 с эффектом обесцвечивания – 65,7 %. ЭХК и АКВА-АУРАТ™30 при этих же значениях по Al₂O₃ – 40–55 %.

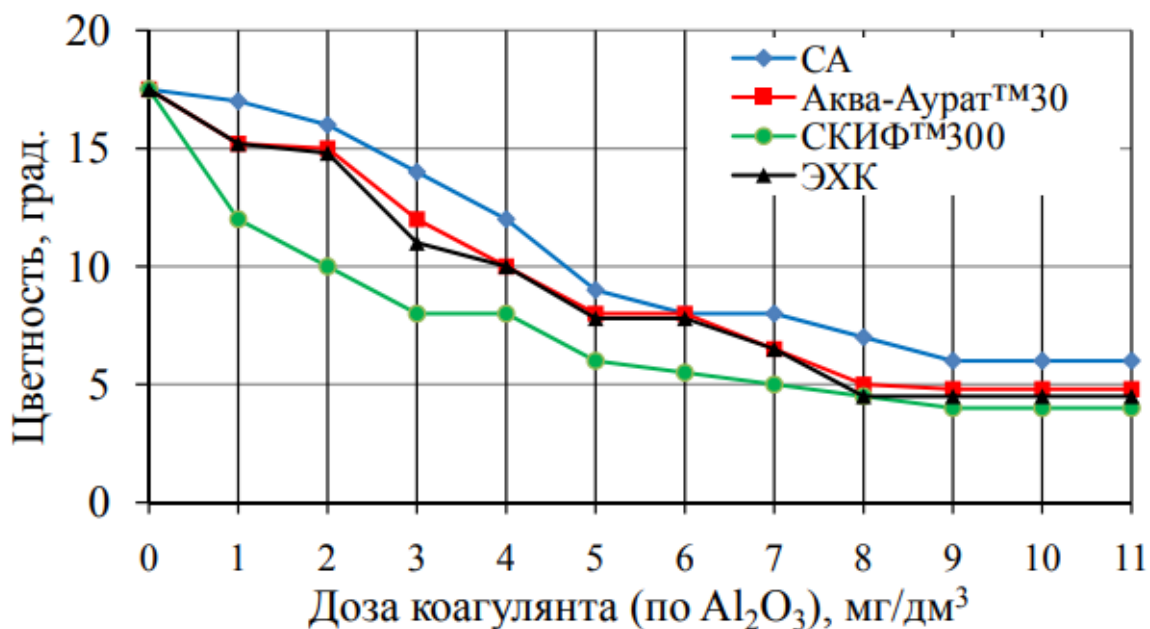


Рис. 2. Изменение цветности воды

Из вышесказанного следует, что высокую эффективность очистки можно достигнуть, используя не один из рассматриваемых коагулянтов, а совместное их использование.

1. Первов, А. Г. Утилизация концентратов действующих установок обратного осмоса в схемах водоподготовки промышленных объектов / А. Г. Первов, А. П. Андрианов, Д. В. Спицов // Вода Magazine. – 2015. – № 5(93).

2. Бреус, С. А. / Очистка природной воды для питьевых целей в период чрезвычайных ситуаций: электрохимическое коагулирование и контактное фильтрование / С. А. Бреус, А. Ю. Скрыбин, Р. А. Олейник // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4.

D. A. Shilkina, A. M. Gonopolsky,
Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russia

**TECHNOLOGY OF HANDLING THE CONCENTRATE OF REVERSE
OSMOSIS INSTALLATIONS**

РАЗДЕЛ 5. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННО- ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

И. Е. Алексеева, А. М. Бессонова, П. С. Зеленковский,
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-
Петербург, Россия

ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В РАЙОНЕ ОСНОВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП ЯЛТИНСКОГО ГОРНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

The study of the species composition of plant communities makes it possible to assess the state of the ecosystem and the presence of anthropogenic impact on its components. The presence of one or another phytoindicative species in the phytocenosis indicates a certain situation that has developed within a particular territory. In addition, the paper presents the results of bioindicative studies of atmospheric air pollution using lichen indication, in particular, an assessment of the projective cover of *Pinus nigra* trunk by lichens.

Государственный природный заповедник «Ялтинский горно-лесной» расположен на территории Республики Крым, занимает южный склон Главной гряды Крымских гор, вытянутых с запада на восток.

Цель исследования – оценка видового разнообразия растительных сообществ в районе основных экологических троп Ялтинского горно-лесного заповедника с выделением основных высотных поясов растительности.

Методы исследования. Для оценки состояния растительных сообществ был использован метод экологического профилирования. Полевые работы на территории заповедника были проведены в июле 2022 года на участках, прилегающих непосредственно к городу Ялта. Там расположены самые туристически-нагруженные экологические тропы и проходят крупные автомобильные дороги (Бахчисарайское и Южнобережное шоссе).

Точки наблюдения (рис. 1) (т. н.) располагались на экологических тропах Боткинская, Штангеевская и Ставрикайская. Также были проложены два профиля, перпендикулярных Бахчисарайскому шоссе, которое пересекает территорию заповедника.

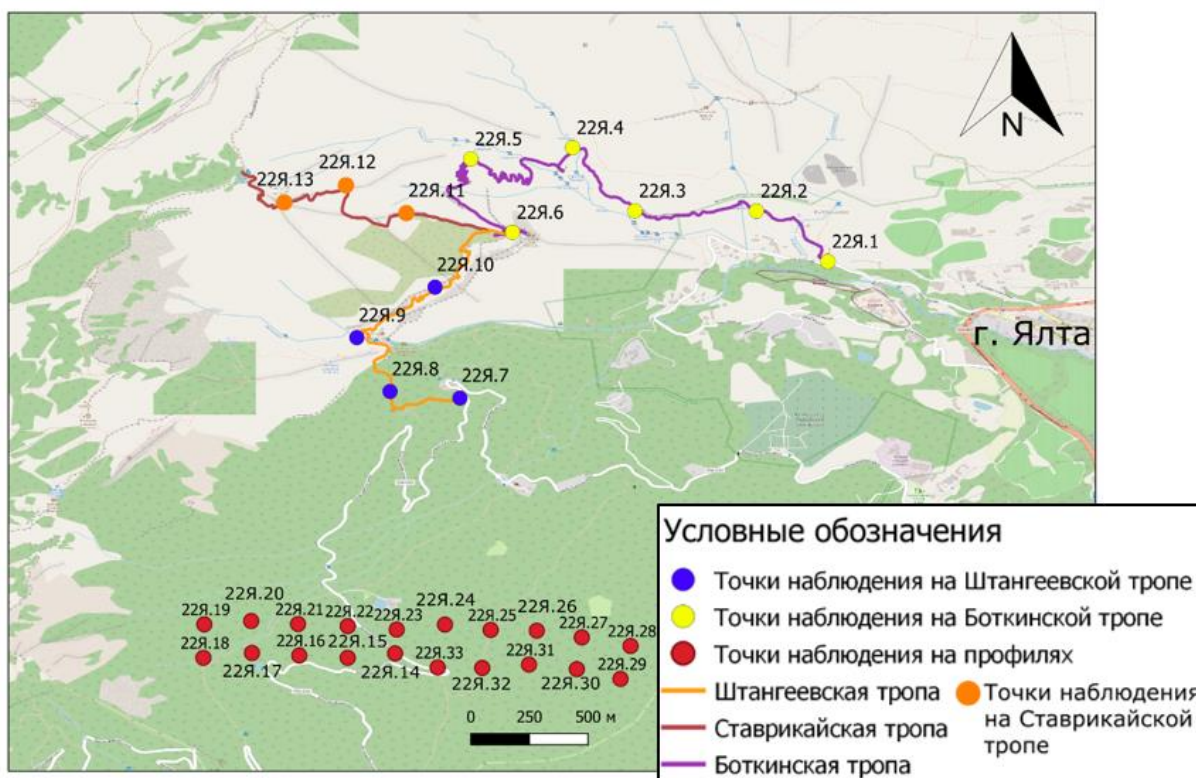


Рис. 1. Карта-схема точек наблюдения

На каждой точке наблюдения производилось описание фитоценоза соответствующей местности по бланку описания [1]. В результате работ было проведено 33 геоботанических описания (13 – на экологических тропах и 20 на профилях, перпендикулярных Бахчисарайскому шоссе).

Результаты исследования. В пределах исследуемой территории были выделены следующие пояса растительности по высоте: 1 пояс – от 140 до 500 м над уровнем моря, 2 пояс – от 500 до 700 м и 3 пояс – от 700 до 1070 м.

Нижний пояс растительности представлен сосновыми (т. н. 2, 4), сосново-дубовыми (т. н. 26), дубовыми (т. н. 27), кленово-сосновыми (т. н. 3, 7) и ясеневым (т. н. 1) сообществами.

Примером ясеневое сообщества является ясеневое просвирниково-яснотковое сообщество (т. н. 1). Доминирующими видами являются *Malva erecta* (сорное растение) и *Lamium maculatum*. Территория площадки замусорена, в ее границах проходит газопровод, расположена вблизи автомобильной дороги. Наблюдался сухостой (3) и пни антропогенного происхождения (3). Примером соснового сообщества является сосновое плющево-малочайное сообщество

(т. н. 4). Доминирующие виды: *Euphorbia amygdaloides*, *Hedera taurica*, *Tamus communis*, *Polygonatum odoratum*. Кроме того, встречаются сорные виды *Clematis vitalba*. Представителем кленово-сосновых сообществ является кленово-сосновое игличное сообщество (т. н. 3), доминирующие виды которого представлены: *Ruscus ponticus*, *Dactylis glomerata*. В пределах исследуемой территории присутствует только одно дубовое чиново-мятlikовое зеленомошное сообщество на т. н. 27. Доминирующими видами в данном сообществе являются *Poa nemoralis*, *Lathyrus aureus*, *Hedera taurica*. Примером сосново-дубового сообщества сосново-дубовое мятlikовое зеленомошное сообщество на т. н. 26. Доминирующие виды: *Poa nemoralis*, *Ruscus hypoglossum*.

Для данного яруса характерны сорные виды, встречающиеся на нескольких исследуемых площадках. К таким видам относятся: *Malva erecta*, *Clematis vitalba* [2].

Средний пояс растительности, расположенный на высоте от 500 до 700 м, представлен сосновыми, кленово-сосновыми, кленово-дубовыми, дубово-можжевельниковыми, сосново-кленовыми, кленово-ясеневыми, ясенекленовыми, буково-тисовыми, липово-сосновыми, кленово-буковыми, ясенетисовыми, кленовыми и дубово-сосновыми сообществами.

Примером соснового сообщества второго высотного пояса, выделяемого в данной работе, является сосновое девясилово-пузырниковое сообщество (т. н. 6). Доминирующие виды: *Colutea silicica*, *Stachys velata*, *Centaurea sp.*, *Teucrium chamaedrys*, *Inula ensiflora*, *Centaurea carpina*, *Psephellus declinatus*, *Seseli dichotomum*. Пример кленово-соснового сообщества – кленово-сосновое ландышево-эгонихоновое сообщество (т. н. 17). Доминирующие виды: *Aegonychon purpureocaeruleum*, *Viola suavis*, *Convallaria majalis*, *Hedera taurica*. Сосново-кленовое фиалково-плющевое сообщество (т. н. 14) является примером сосново-кленового сообщества в пределах исследуемой территории. Доминирующие виды: *Viola suavis*, *Hedera taurica*.



Рис. 2. Пример сообщества на т. н. 22Я.4 (нижний пояс) и 22Я.21 (средний пояс)

Кленово-дубовое сообщество на т. н. 8 представлено кленово-дубовым ландышево-подмаренниковым сообществом со следующими доминирующими видами: *Euphorbia amygdaloides*, *Hedera taurica*, *Coronilla coronata*, *Galium album*, *Viola suavis*, *Convallaria majalis*. Единственное дубомо-можжевальниковое сообщество в пределах исследуемой территории отмечено на т. н. 10 и представлено дубово-можжевельниковым скердово-ежово-осотово-вязельным сообществом. Доминирующие виды: *Dactylis glomerata*, *Crepis sp.*, *Sonchus arvensis*, *Coronilla coronata*, *Teucrium chamaedris*, *Oberna crispata*, *Campanula sibirica*, *Galium biebersteinii*. Примером дубово-соснового сообщества является дубово-сосновое ландышево-малочайное сообщество (т. н. 32). Доминирующие виды: *Euphorbia amygdaloides*, *Aegonychon purpurocaeruleum*, *Convallaria majalis*, *Hedera taurica*. Примером кленово-ясеневое сообщества является кленово-ясеневое пионово-малочайное зеленомошное сообщество (т. н. 23). Доминирующие виды: *Paeonia triternata*, *Euphorbia amygdaloides*, *Convallaria majalis*, *Hedera taurica*, *Polygonatum odoratum*. Примером ясенекленового сообщества – ясенекленовое пионово-ястребинковое сообщество, расположенное на т. н. 24. Доминирующие виды: *Hieracium auratum*, *Paeonia triternata*, *Galium odoratum*, *Sanicula europaea*. Примером буково-тисового сообщества является буково-тисовое эгонихоново-купеновое зеленомошное

сообщество (т. н. 16). Доминирующие виды: *Aegonychon purpureocaeruleum*, *Polygonatum odoratum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Viola suavis*, *Tamus communis*. Липово-сосновое сообщество представлено, например, на т. н. 22 липово-сосновым ландышевым сообществом. Доминирующие виды: *Convallaria majalis*, *Hedera taurica*, *Lazer trilobum*, *Paeonia triternata*, *Tamus communis*. Кленово-буковые леса представлены в пределах исследуемой территории кленово-буковым пионовым сообществом (т. н. 20). Доминирующие виды: *Convallaria majalis*, *Hedera taurica*, *Paeonia triternata*. Ясене-тисовое сообщество представлено только на одной т. н. 21 ясене-тисовым ландышево-первоцветно-эгонихоновым зеленомошным сообществом. Доминирующие виды: *Tamus communis*, *Primula vulgaris*, *Aegonychon purpureocaeruleum*, *Convallaria majalis*. Примером кленового сообщества является кленовое фиалково-плющевое-вздутосемянниковое сообщество (т. н. 28). Доминирующие виды: *Physospermum cornumiense*, *Viola suavis*, *Hedera taurica*.

Для данного пояса растительности характерны виды-индикаторы послепожарных сукцессий, такие как *Convallaria majalis*. Кроме того, был встречен сорный вид *Vupleurum exaltatum* и индикатор антропогенного воздействия *Conyza canadensis* [2].

Самый **верхний пояс** растительности представлен сосновыми и кленово-сосновыми сообществами. Примером соснового сообщества является сосновое мордовниково-бедренецево-пролесниковое сообщество (т. н. 12). Доминирующие виды: *Mercurialis perennis*, *Solidago virgaurea*, *Galium biebersteinii*, *Galium album*, *Echinops ritro*, *Pimpinella lithophila*. Единственное в пределах данного высотного пояса кленово-сосновое сообщество представлено кленово-сосновым фиалково-купеновым сообществом, расположенном на т. н. 13. Доминирующие виды: *Physospermum cornumiense*, *Polygonatum odoratum*, *Epipactis helleborine*, *Viola reichenbachiana*, *Aegonychon purpureocaeruleum*.

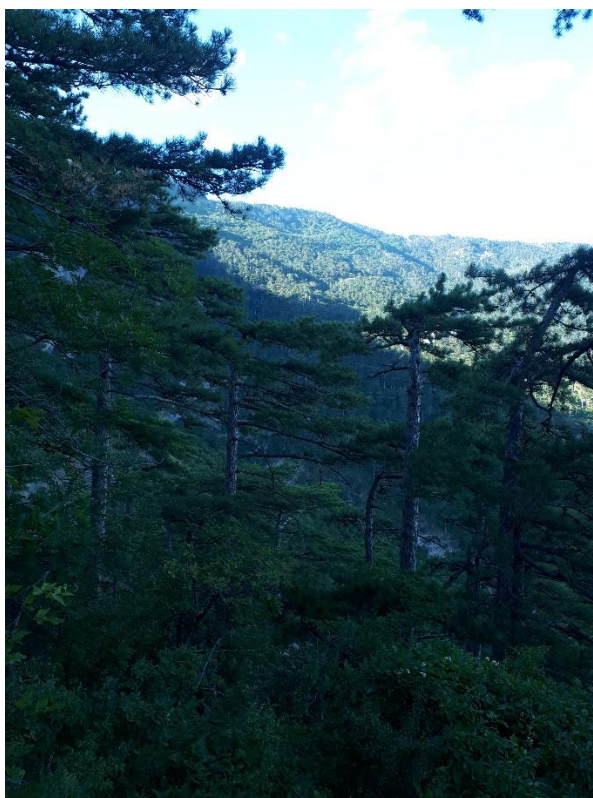


Рис. 3. Пример сообщества на т. н. 6 (верхний пояс)

Для данного пояса характерно распространение кальций-постоянного вида *Echinops ritro* [2].

В рамках работы был также проведен анализ проективного покрытия эпифитных лишайников на стволе *Pinus nigra*. Лишайники являются индикатором загрязнения воздуха, так как обладают высокой сорбирующей и аккумулирующей способностью. На большей части точек наблюдения проективное покрытие лишайников составило 0 %, что свидетельствует о повышенном уровне загрязнения атмосферного воздуха. В среднем проективное покрытие лишайников для остальных точек составляет 20 %. Данные точки расположены на высоте не ниже 500 метров. С увеличением высоты наблюдается увеличение проективного покрытия. Максимальное значение в 40 % наблюдается на т. н. 13 (1070 м).

Выводы. В пределах исследуемой территории прослеживается высотная смена сообществ, были выделены три высотных пояса растительности. В пределах данных сообществ были описаны основные доминирующие виды, а также виды-индикаторы, свидетельствующие о наличии антропогенного

воздействия на территорию заповедника. Изучение проективного покрытия эпифитных лишайников говорит о загрязнении атмосферного воздуха в нижнем растительном поясе заповедника.

1. Сенькин, О. В. Ландшафтно-экологическое картографирование и экологическая оценка нарушенных территорий с применением методов биоиндикации: Учебно-метод. Пособие/ О. В. Сенькин, М. Г. Опекунова, В. М. Щербаков. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000. – 68 с.

2. Голубев, В. Н. Биологическая флора Крыма. – Ялта, НБС-НИЦ, 1996. – 126 с.

I. E. Alekseeva, A. M. Bessonova, P. S. Zelenkovsky,
St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

**ASSESSMENT OF THE SPECIES DIVERSITY OF PLANT
COMMUNITIES IN THE AREA OF THE MAIN ECOLOGICAL TRAILS OF
THE YALTA MOUNTAIN AND FOREST RESERVE**

А. В. Домненкова, Г. А. Чернушевич, И. Т. Ермак, С. В. Киселев,
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Беларусь*

ДИНАМИКА ВЫХОДА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА СВЕТИЛОВИЧСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ИЗ ЗОН РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

The article shows the dynamics of changes in the area of radioactive contamination of the forest fund of the Svetilovichskiy forestry. Since forestry in the zones of radioactive contamination is regulated taking into account the density of soil contamination in forest quarters, forecast of changes in the radiation situation in the forest fund will optimize the planning of work in the Svetilovichskiy forestry.

Светиловичское лесничество (далее лесничество) входит в состав государственного специализированного лесохозяйственного учреждения «Ветковский спецлесхоз» Гомельского государственного производственного лесохозяйственного объединения, расположено в восточной части Гомельской области Республики Беларусь, занимает площадь 23,6 тыс. га [1].

Особенностью лесного фонда лесничества, влияющей на размеры лесопользования и лесного дохода, является 100% радиоактивное загрязнение покрытых лесом земель.

По радиоактивному загрязнению территории Светиловичское лесничество относится к I группе тяжести (катастрофические условия). Загрязнению радионуклидами плотностью свыше 5 Ки/км² на 1 января 2023 г. подвержено 81 % территории лесничества, свыше 15 Ки/км² – 17,4 % (рис.).

Леса играют важное экологическое, социальное и экономическое значение, поэтому остановка лесохозяйственной деятельности невозможна. В зонах радиоактивного загрязнения ведение лесного хозяйства осуществляется при условии получения нормативно чистой продукции и соблюдения установленного предела годовой дозы облучения (в 1 мЗв/год), что достигается, в первую очередь, обязательным регламентированием лесохозяйственной и иной деятельности в зонах радиоактивного загрязнения [2].

Прогноз изменения радиационной обстановки позволит оптимизировать планирование работ в лесничестве.

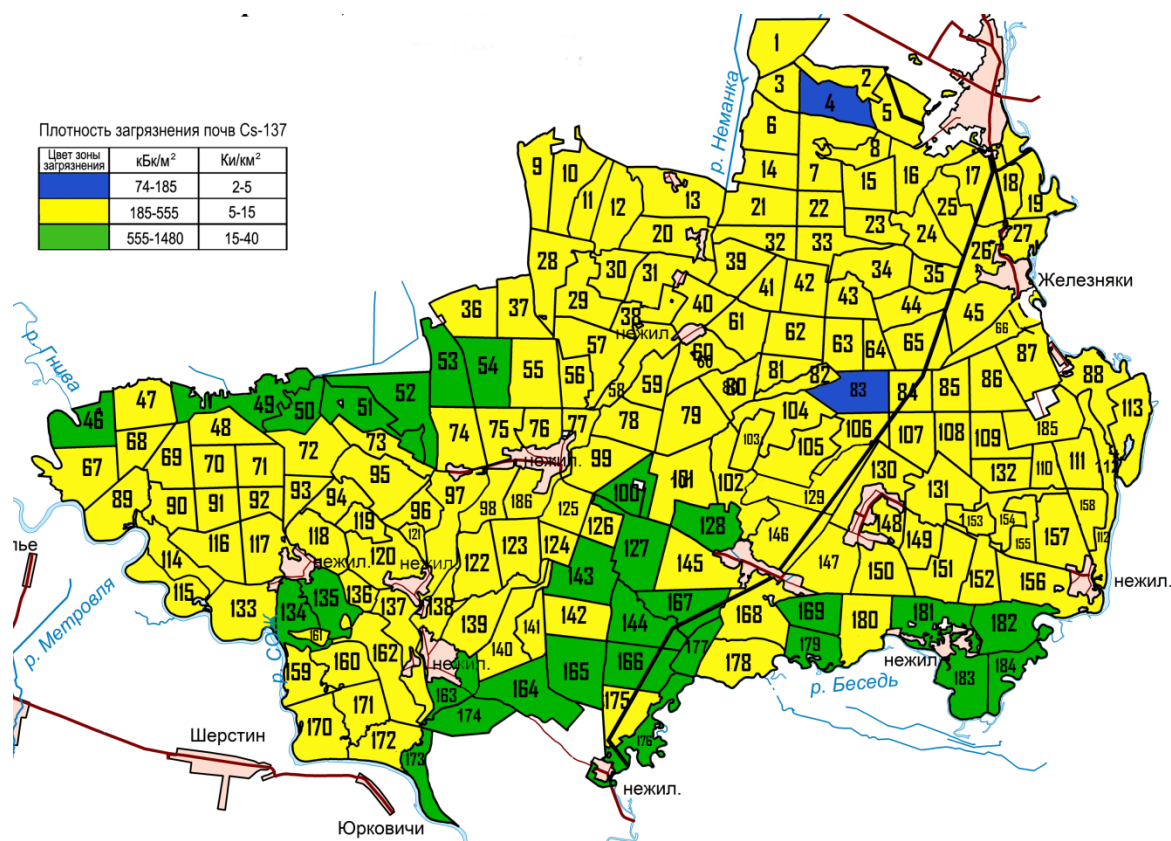


Рис. Загрязнение территории лесного фонда Светиловичского лесничества цезием-137

Для динамики изменения радиационной обстановки на территории Светиловичского лесничества использованы данные государственного учреждения по защите и мониторингу леса «Беллесозащита», полученные учреждением в результате ежегодных обследований радиоактивного загрязнения лесного фонда Республики Беларусь. При анализе не был учтен фактор значительной пространственной неоднородности загрязнения почв цезием-137 в пределах лесничества (каждого лесного квартала) [3].

В основе прогноза изменения радиационной обстановки на территории лесного фонда Светиловичского лесничества лежит закон радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада для любых превращений ядер устанавливает, что за единицу времени распадается всегда одна и та же доля нераспавшихся ядер данного радионуклида. Эту долю называют постоянной

распада и обозначают λ . В общем виде этот закон выражается экспоненциальной зависимостью (1):

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

где N – число ядер, распавшихся за время t (в наших расчетах заданное значение плотности загрязнения почвы); N_0 – начальное число ядер радионуклида (в наших расчетах плотность загрязнения почвы на сегодняшний день); t – время (прогноз), по истечении которого плотность загрязнения почвы уменьшится до заданного значения; $e = 2,718$; λ – постоянная распада [4].

Для характеристики устойчивости ядер радионуклида относительно распада используется понятие период полураспада. Период полураспада радионуклида – промежуток времени, в течение которого в результате радиоактивного распада количество ядер данного радионуклида уменьшается в два раза. Между постоянной распада (λ) и периодом полураспада ($T_{1/2}$) существует соотношение (2):

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Период полураспада ($T_{1/2}$) для цезия-137 составляет 30 лет.

Динамика изменения радиационной обстановки на территории лесного фонда Светиловичского лесничества представлена в таблице.

Таблица

Распределение (прогноз) территории лесного фонда Светиловичского лесничества по зонам радиоактивного загрязнения

Год	ед. изм.	Площадь загрязнения почвы цезием-137				
		Всего	в том числе по зонам и подзонам, Ки/км ²			
			1–5	5–15	15–40	40 и >
2014	тыс. га	23,5	–	15,98	7,53	–
	%	100,0	–	68,0	32,0	–
2022	тыс. га	23,6	0,3	19,1	4,1	–
	%	100,0	1,3	80,9	17,4	–
2043	тыс. га	23,5	5,2	18,3	–	–
	%	99,6	22,1	77,9	–	–
2090	тыс. га	23,1	23,1	–	–	–
	%	97,9	100,0	–	–	–
2160	тыс. га	0,0	–	–	–	–

	%	0,0	–	–	–	–
--	---	-----	---	---	---	---

В настоящее время в лесничестве территория лесного фонда, загрязненная цезием-137 свыше 15 Ки/км² составляет 17,4%. На этих территориях ограничены хозяйственная деятельность и лесопользование, применяются повышенные меры профилактики и предупреждения лесных пожаров, введены ограничения на проведение рубок, заготовку пищевой продукции леса.

Радиационная обстановка в лесах изменяется крайне медленно, «очищение» загрязненных лесов происходит лишь за счет радиоактивного распада радионуклидов. Среднегодовой темп снижения плотности загрязнения почвы цезием-137 (основной дозаобразующий радионуклид для Республики Беларусь) составляет около 2%.

Как показывает анализ таблице: к 2043 году территории лесного фонда Светиловичского лесничества выйдут из зоны 15–40 Ки/км² (на этих территориях в настоящее время ограничены хозяйственная деятельность и лесопользование), к 2090 году территории радиоактивного загрязнений будут относиться к зоне 5–15 Ки/км², а к 2160 году лесничество полностью выйдет из зон радиоактивного загрязнения.

Среднее значение относительной погрешности измерений составило 34%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиационный контроль // Гос. специализированное лесохозяйственное учреждение «Ветковский спецлесхоз». [Электронный ресурс]. – URL : <https://ветковский-лесхоз.бел/%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F> (дата обращения: 18.02.2023).

2. Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. – Минск. – 2016. 16 с.

3. Радиационный контроль // Гос. учреждение по обороне и мониторингу леса «Беллесозащита». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://bellesozaschita.by/radiacionnyj-kontrol> (дата обращения: 17.02.2023).

4. Чернушевич, Г. А. Радиационная безопасность: Лабораторный практикум / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин – Минск: БГТУ, 2018. – 198 с.

A. V. Domnenkova, G. A. Chernushevich, I. T. Ermak, S. V. Kiselev,
Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

**THE DYNAMICS OF THE LAND OF THE FOREST FUND OF THE
SVETILOVICHSKOYE FORESTRY OUT OF RADIOACTIVE
CONTAMINATION ZONES**

ПРОБЛЕМА ПОЖАРОВ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

The article is devoted to the problem of extinguishing fires, which has been so topical for the last few years.

Пожары – это одна глобальных проблем человечества. Сажа от пожаров долетает до Арктики и оседает на льдах, усиливая их таяние, а при горении в атмосферу выбрасывается углекислый газ, который оказывает влияние на парниковый эффект и изменение климата.

Социологические опросы показывают, что около половины россиян считают причиной пожаров солнце и жару. Результаты социологических опросов показывают: почти половина россиян верит, что лес загорается от солнца и жары. Однако, в 90% случаев причиной являются действия человека, такими как поджоги сухой травы, непотушенные костры, брошенные окурки.

По данным ФГБУ ВНИИПО МЧС России число пожаров в Российской Федерации в 2019 году резко возросло до 471537 в год, но затем начало снижаться и в 2021 году составило 390859 пожаров, что нанесло прямой ущерб в 16248,7 млн руб. (рис. 1). 10% от числа пожаров в России приходится на Уральский Федеральный округ.

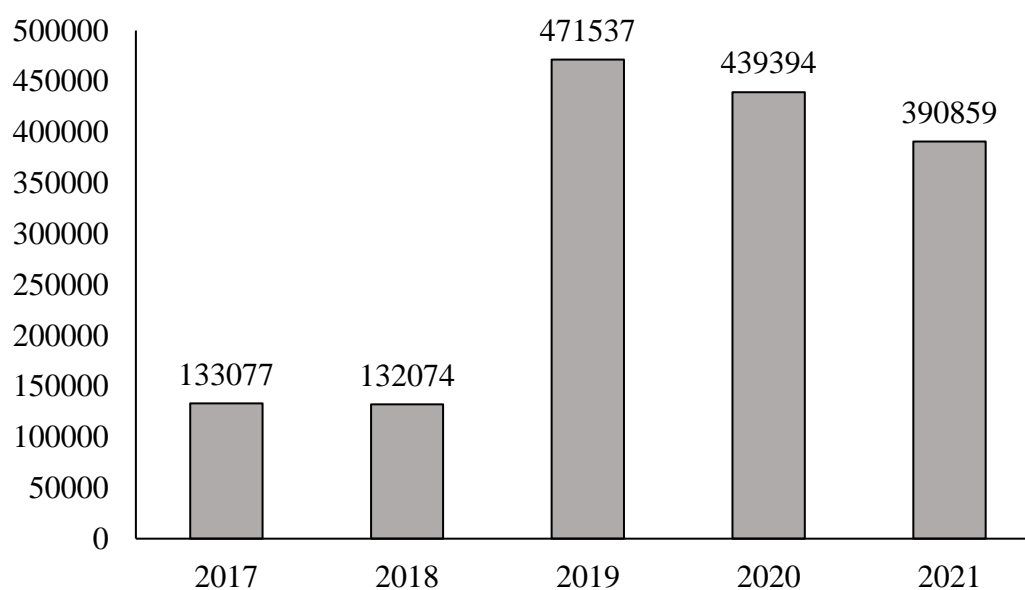


Рис.1.Динамика количества пожаров в РФ в 2017–2021 годах, ед.

Однако, стоит отметить, что в УрФО наблюдается отрицательная динамика количества пожаров в год: в 2021 году их число в сравнении с 2020 годом возросло почти на 2000 и составило 14355 единиц (рис. 2). Примерно треть пожаров в УрФО зафиксировано в Свердловской области.

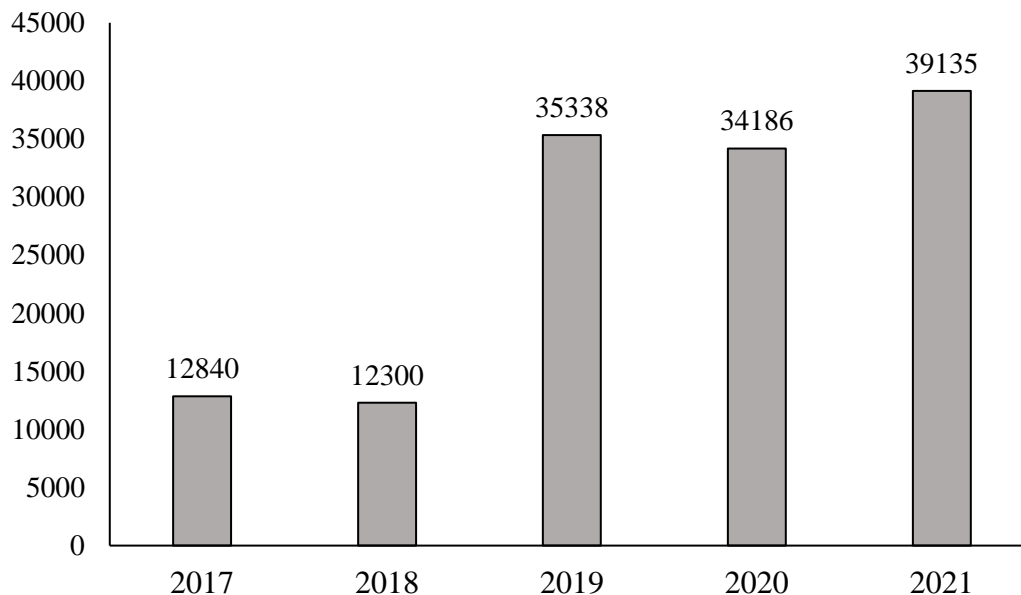


Рис. 2. Динамика количества пожаров в УрФО в 2017–2021 годах, ед.

В Свердловской области с 2017 года по 2021 год наблюдался рост числа пожаров. В 2021 году их количество достигло 11365 (рис. 3).

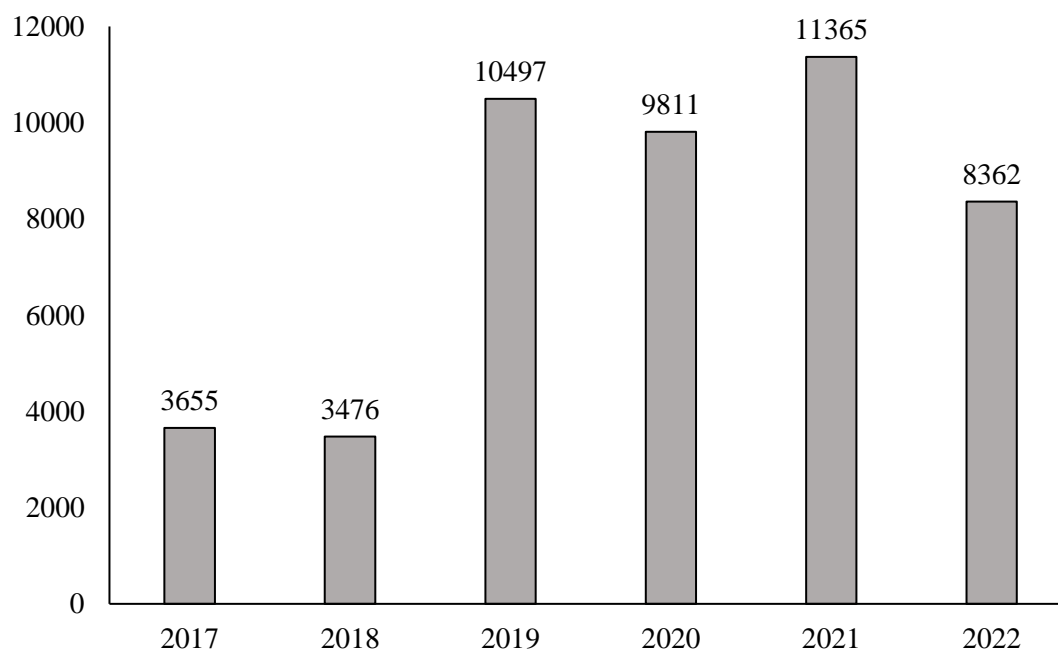


Рис. 3. Динамика количества пожаров в Свердловской области в 2017–2022 годах, ед.

Ежедневно в регионе проводятся мероприятия по профилактике пожаров. Сотрудники МЧС, добровольцы и юные пожарные организуют профилактические акции, пропагандируя безопасность. По данным Главного управления МЧС России по Свердловской области усиленная работа специалистов положительно влияет на статистику пожаров в регионе: число пожаров в 2022 году по сравнению с 2021 годом сократилось практически на 30 % (рис. 3). По данным Главного управления МЧС России по Свердловской области около 48 % всех пожаров в области происходит в зданиях и сооружениях и еще 47 % – на открытых территориях (рис. 4).

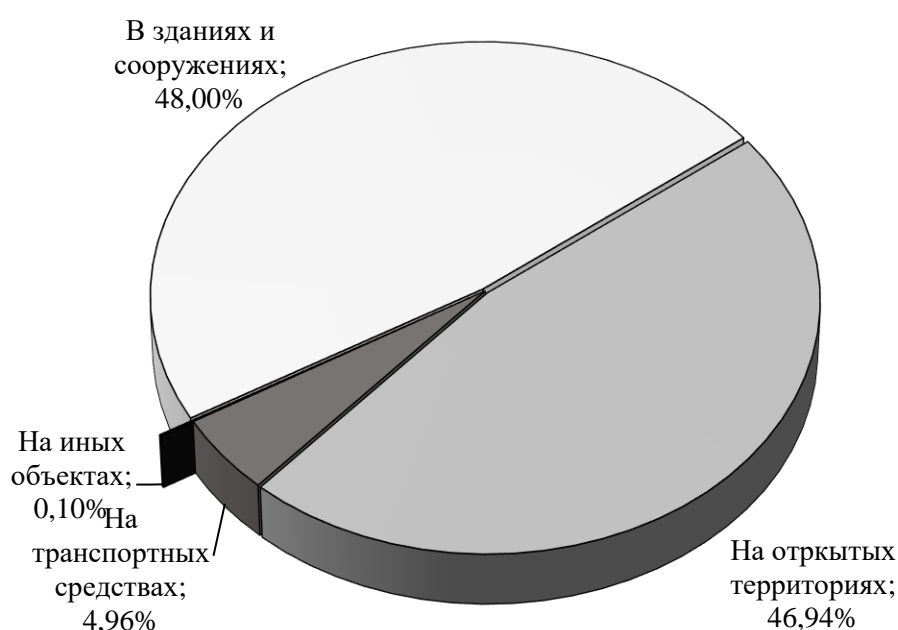


Рис.4. Структура объектов пожаров в Свердловской области в 2022 году

На открытых территориях в 2022 году в Свердловской области произошло 3925 пожаров, что на 38,7% по сравнению с 2021 годом. Однако, за последние 2 года резко возросло количество торфяных пожаров, возникающих на территориях Свердловской области. Так, за 5 предшествующих лет на территории государственного лесного фонда возникало в среднем по 7 торфяных пожаров в год, то в 2021 году – 79, а в 2022 году – 73.

Торфяник – это неперегнившие растительные остатки. Торфяники располагаются вокруг многих городов в России, в том числе и около Екатеринбурга, где в прошлом веке осушали болота.

По словам Евгения Бондаря, начальника отдела управления организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ ГУ МЧС России по Свердловской области: «Существует две причины торфяных пожаров: первая – техногенная, то есть неосторожное обращение с огнем, и вторая – природная, то есть пожары, вызванные недостатком влаги в торфе. В жаркий сухой сезон содержание влаги в торфе уменьшается: когда содержание влаги становится ниже 72 %, в торфе начинают происходить химические реакции с выделением тепла. В результате чего происходит самовозгорание» [3].

Опыт показывает, что борьба с пожарами на торфяниках требует много времени и усилий. Торф залегает на глубине до четырех метров и тлеет при температуре около 600 °С. Даже с помощью специализированного противопожарного оборудования трудно добраться до очага. Поэтому приходится смачивать торф, то есть создавать искусственный слой воды на нем, и в течение одного-двух дней вода уходит в землю, а если до очага не удастся добраться, то смачивание продолжается, процесс заболачивания повторяется снова и снова [3].

В результате несвоевременного тушения низовых пожаров, при выскокм классе пожарной опасности низовой пожар проходит всю площадь торфяников, что приводит к многоочаговому торфяному пожару на большой территории. В сезоне 2022 года на территории Свердловской области по такому сценарию произошло 6 пожаров площадью более 200 га вблизи населенных пунктов: Большое Седельниково, Шогринское, Солнечный, Безречный, Тугулым, Жулановские разрезы. В результате возникло сильное задымление поселений, а в поселке Безречный сгорело 7 жилых домов [4].

Сжигание торфа на болотах представляет угрозу для здоровья населения, поскольку отрицательный температурный режим создает в атмосфере процессы, препятствующие рассеиванию дыма. Тление торфяников вызывает неполное сгорание, поскольку температура тления ниже, чем у природного пожара, и попадание в атмосферу угарный газ и продукты неполного сгорания органики: бензапирен и формальдегид, провоцирующие онкологические заболевания.

Тушение торфяных пожаров оказалось неэффективным, поскольку в результате заливания водой очага возгорания вокруг него образуется панцирь из смоченного торфа, который не уменьшал горение и защищал очаг от других способов активного тушения.

В последние годы остро встают проблемы тушения торфяных пожаров. Даже понижение температуры и снежный покров не оказывают влияния на горение торфяников.

В 2022 году специалисты российского отделения Гринпис вместе с уральскими «Добровольцами быстрого реагирования», руководителем «Добровольных лесных пожарных Западной Сибири» и сотрудниками Уральской базы авиационной и наземной охраны лесов изучили обстановку у посёлков Монетный и Мурзинский. Там на территории крупнейшего и давно заброшенного торфодобывающего предприятия действовал один из самых проблемных торфяных пожаров [5].

С помощью дронов, оснащенных тепловизионными камерами, удалось обследовать большую территорию за короткий промежуток времени. По результатам обследования этот торфяник был выбран для совместной работы и обучения добровольцев во второй половине марта, когда снег начнет таять.

Зимнее тушение торфа основано на максимальном охлаждении очага. Это делается в несколько этапов с использованием тяжелой техники. При наличии древесной растительности используются бульдозеры, которые выкорчевывают деревья, выталкивая горящие корни вверх. Затем очаг растаскивается по поверхности земли. Этот слой торфа остывает в течение нескольких часов, не образуя новых очагов тления. Чтобы полностью потушить пожар, необходимо прокопать всю площадь пожара до несгоревшего слоя торфа. Этот метод доказал свою эффективность, надежность и дешевизну.

Объединение усилий государственных служб и добровольцев, принятие опыта в тушении торфяных пожаров от специалистов других регионов, совместная выработка новых способов тушения – все это позволяет делать большие шаги на пути решения проблемы торфяных пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – 2022. – 114 с.
2. Портал главного управления МЧС России по Свердловской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://66.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 25.03.2023).
3. Был применен новый метод: в Свердловской области за зиму окончательно потушили все тлеющие торфяники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.e1.ru/text/incidents/2022/04/16/71262008/> (дата обращения: 25.03.2023).
4. Уральская база авиационной охраны лесов. Особенности тушения торфяных пожаров в зимнее время. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avialesural.ru/> (дата обращения: 25.03.2023).
5. Гринпис. «Под Екатеринбургом продолжается торфяной пожар, тушить его будут весной». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenpeace.ru/news/2022/02/08/pod-ekaterinburgom-prodolzhaetsja-torfjanoj-razhar-tushit-ego-budut-vesnoj/> (дата обращения: 25.03.2023).

V. S. Zakharova, M. V. Berezyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

THE PROBLEM OF FIRES IN THE SVERDLOVSK REGION

В. С. Мушников, Г. В. Тягунов, Е. Е. Барышев, В. С. Цепелев,
В. В. Вьюхин, Н. А. Шакирова, В. И. Лихтенштейн,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ПО МЕТОДИКЕ СОУТ

Information is given on the educational methodology for assessing indicators of working conditions at the workplace, parameters of the severity and intensity of the labor process, similar to a special assessment of working conditions (SOUT). A list of normative-reference and educational literature is presented.

Вся совокупность видов человеческой активности образует понятие деятельности. Именно деятельность и отличает человека от всего живого. Деятельностью занимаются все – дети, взрослые, старики. Условия труда на рабочих местах формируются задолго до физического появления этих мест (на стадиях проектирования, изготовления средств производства и т. д.). Результаты трудовой деятельности, выполняемой на конкретном рабочем месте (где условия труда могут быть отличными), способны оказать неблагоприятное воздействие через производимую продукцию на большое количество людей, никак не связанных с этим рабочим местом. В связи с этим условия труда работников могут быть разными.

Для принятия мер организационно-технического плана и решения социальных вопросов (оплаты труда, продолжительности отпуска, длительности стажа и др.) необходима медико-биологическая оценка влияния неблагоприятных профессиональных факторов на здоровье и работоспособность, что предполагает разработку гигиенических критериев и классификации условий труда.

Интерес к градации условий труда по степени вредности и опасности зародился в России еще в конце XIX столетия в связи с интенсивным развитием экономики, когда был заложен фундамент системы социального страхования. Многие санитарные и фабричные врачи России (А. Н. Никитин, Е. Н. Дементьев, В. В. Светловский и др.) изучали условия труда и здоровье разных профессий. В 1912 году Третьей Государственной думой были приняты 4 закона о социальном

страховании. Была также разработана первая классификация условий труда, которая рассматривала лишь опасность несчастных случаев на производстве.

В 1919 году Народным комиссариатом труда РСФСР была принята новая классификация условий труда по степени вредности и опасности [1, 2]. Она предусматривала разделение работ на 8 классов вредности, разделенных на основе страховой статистики случаев смерти и потери трудоспособности (постоянной и временной) вследствие несчастных случаев на производстве и профзаболеваний. После революции 1917 года автономная система страхования от несчастных случаев и профзаболеваний была фактически ликвидирована, в связи с чем информация о степени вредности и опасности производства потеряла смысл, как и принятая в 1919 году классификация условий труда.

До конца 1970-х годов опасность труда оценивали лишь по соблюдению гигиенических нормативов.

В 1986 году под руководством проф. А.А. Каспарова была разработана классификация условий «Гигиеническая классификация труда» № 4137-86. Согласно этому документу условия труда в зависимости от превышения нормы факторов производственной среды и трудового процесса были разделены на 3 класса: оптимальные, допустимые и вредные, последние в свою очередь подразделялись на 3 степени вредности.

Опыт применения классификации 1986 года позволил внести в нее ряд дополнений и изменений, что было осуществлено в Руководстве Р 2.2.755–99 [3]. В документ были введены 4-я степень 3-го класса вредности и 4 класс для опасных или экстремальных условий труда.

С учетом практики использования Руководства Р 2.2.755–99 была разработана новая версия определения условий труда, а именно Р 2.2.2006-05 [4].

В связи с заменой аттестации рабочих мест специальной оценкой условий труда согласно Федеральному закону № 426 [5] в настоящее время по приказу Министерства труда и социального развития России действует новая Методика проведения специальной оценки условий труда [6].

Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания определяет СанПиН 1.2.3685–21 [7]. Работодатели должны, согласно Федеральному закону [5], проводить специальную оценку условий труда (СОУТ) не реже, чем один раз в пять лет по утвержденной методике [6].

Работодатели должны заключать договор на участие в СОУТ эксперта независимой организации, имеющей аккредитацию на проведение данного вида работ. Работодатель своим приказом создает комиссию по проведению СОУТ, в которую обязательно включает независимого эксперта, специалиста по охране труда и представителя выборного органа.

Комиссия создает перечень рабочих мест, где будет проводиться СОУТ. В отчет прикладываются перечень рабочих мест с указанием вредных и (или) опасных производственных факторов, карты СОУТ, протоколы лабораторных испытаний, протоколы эффективности СИЗ, заключение эксперта независимой организации. Экспертизу качества проведения СОУТ проводит территориальный орган исполнительной власти согласно положению Трудового Кодекса. Разногласия по результатам проведения СОУТ рассматриваются судом, решение которого является обязательным.

Внеплановое проведение СОУТ обязательно при:

- появлении новых рабочих мест,
- представлении государственного инспектора по труду,
- замене оборудования,
- изменении технологического процесса,
- изменении состава материалов или сырья,
- несчастном случае на рабочем месте,
- изменении средств коллективной защиты и СИЗ,
- мотивированном предложении представителей выборных органов.

В практике испытательных лабораторий, занимающихся измерением микроклимата на рабочих местах, существует задача измерения его параметров и оценки рабочих мест с нагревающим микроклиматом. В соответствии с

требованием санитарных правил и норм, на рабочих местах, где имеется сочетанное воздействие микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите, работающих от возможного перегрева, используется интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС).

ТНС-индекс определяется на основе величины температуры смоченного термометра аспирационного психрометра ($t_{\text{вл}}$) и температуры внутри зачерненного шара ($t_{\text{ш}}$).

ТНС-индекс рассчитывается по уравнению: $\text{ТНС} = 0.7 \times t_{\text{вл}} + 0.3 \times t_{\text{ш}}$.

Определение условий труда по классу (подклассу) условий труда в зависимости от величины ТНС-индекса ($^{\circ}\text{C}$) для рабочих помещений с нагревающим микроклиматом выполняют в соответствии [6].

Приводится детальная методика для оценки показателей условий труда на рабочем месте, параметров тяжести и напряженности трудового процесса [3].

Данная методика оценки показателей условий труда на рабочем месте, параметров тяжести и напряженности трудового процесса, аналогичная специальной оценке условий труда (СОУТ), внедрена в учебный процесс в нашем университете как практическое занятие для студентов всех форм обучения всех специальностей по курсу «Безопасность жизнедеятельности».

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон № 181-ФЗ от 17.07.1999 г. «Об основах охраны труда в Российской Федерации».

2. Классификация труда по степени опасности и вредности для трудящихся. РСФСР. Народный комиссариат труда // Издание подотдела социального обеспечения и охраны труда. – Петроград, 1919. – № 8. – 87 с.

3. Р 2.2.755–99 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса».

4. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

5. Федеральный закон № 426 – ФЗ от 28.12.2013 «О специальной оценке условий труда».

6. Приказ Министерства труда и социального развития России № 33н от 24.01.2014 г. «Методика проведения специальной оценки условий труда».

7. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

V. S. Mushnikov, G. V. Tyagunov, E. E. Baryshev, V. S. Tsepelev,
V. V. Vyukhin, N. A. Shakirova, V. I. Liechtenstein,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**ASSESSMENT OF THE WORKING CONDITIONS OF EMPLOYEES
ACCORDING TO THE SOUT METHOD**

В. С. Сясегова,
научный руководитель: Е. С. Кондюкова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Forest protection from fires is not only a problem of environmental protection, but also has a huge independent solution. The pollution of the upper atmosphere can cause both regional weather and global climate changes. After the catastrophic fires of the last decade, it became known that emissions due to burning biomass have a great impact on the global chemistry of the atmosphere, disrupt the radiation balance. In this regard, it is of interest to study fires, their transport capacity for vertical transfer of aerosol particles to the upper layers of the troposphere and the lower stratosphere. In the context of the study, data on the dynamics of the fire's development are analysed, their physicochemical properties are studied, and the practical use of fire propagation models for assessing the consequences is proposed.

Человек постоянно сталкивается с пожарами. Ущерб от пожаров является катастрофическим для человечества, биосферы и атмосферы. Стихия приводит к гибели людей, уничтожению жилья, негативно влияет на здоровье людей.

Ежегодно и в европейской части России, и в западной Сибири наблюдаются крупномасштабные задымления, вызванные лесными пожарами. Были выявлены максимальные 5-дневные задымления.

Причины пожара различны, например, природные стихии воплощаются в виде грозовых разрядов и молний. Однако большинство лесных пожаров на планете возникает в результате человеческой деятельности. Нередки лесные пожары из-за преступной халатности, но самые масштабные пожары возникают из-за умышленных поджогов леса для дальнейшей вырубki. Внимание к теме пожаров обострилось в связи с растущей обеспокоенностью по поводу антропогенного воздействия на климат и очевидного увеличения числа пожаров на границе между дикой местностью и городом.

Крупномасштабные конвективные движения, возникающие в атмосфере при больших открытых пожарах, способствуют переносу газообразных продуктов горения и дыма (сажа, пепел) на значительные расстояния. В связи с этим представляет интерес изучение пожаров, их транспортная способность к вертикальному переносу аэрозольных частиц в верхние слои тропосферы и нижнюю стратосферу.

В контексте исследования изменений в свойствах углеродосодержащих частиц в стратосфере после интенсивных лесных пожаров проанализированы данные о динамике развития пожаров, изучены их физико-химические свойства.

Лесной пожар – явление неуправляемого многостадийного горения в открытом пространстве, на покрытой лесом площади, в рамках которого происходят процессы конвективного и радиационного переноса энергии, нагревания, сушки и пиролиза лесных горючих материалов. Пиролиз – разложение лесных горючих материалов в результате их нагревания.

Для обеспечения эффективного тушения пожара следует учитывать факторы, которые влияют на поведение пожара и обуславливают процесс горения, интенсивность, быстроту распространения фронта. К ним относятся ветер, влажность, температура, горючие материалы и рельеф. Огромное влияние на распространения пожара оказывают погодные условия. Например, дождь и высокая влажность ограничат и прекратят распространение пожара, а сильный ветер, наоборот, разгоняет горение. Самой благоприятной для распространения фронта является сухая, солнечная погода. Оказывает определенное воздействие рельеф местности. Крутизна склонов напрямую влияет на развитие пожара: чем выше склон, тем больше скорость распространения. С увеличением запаса лесных горючих материалов скорость распространения лесного пожара уменьшается, а с увеличением скорости ветра – увеличивается.

Частицы дыма влияют на региональный и глобальный радиационный баланс вследствие рассеяния света и их влияния на ряд микрофизических процессов. Выбросы вследствие горения биомассы имеют большое влияние на глобальную химию атмосферы.

Над зоной пожара в приземном и планетарном пограничном слое формируется конвективная колонка – струя нагретых продуктов полного и неполного сгорания лесного горючего материала, включающая газообразные (диоксид углерода, оксид углерода, пары воды и другое) и дисперсные (частицы дыма и тлеющие частицы коры и др.) продукты. Газообразные продукты неполного сгорания догорают в факеле над фронтом лесного пожара, а

дисперсные продукты увлекаются струей нагретых газов в верхние слои атмосферы. Относительно крупные тлеющие частицы, пролетев 100–1500 м, выпадают на поверхность напочвенного покрова и могут стать причиной возникновения вторичного низового лесного пожара перед фронтом основного. Мелкие частицы находятся в атмосфере более длительное время, но затем вымываются из нее дождями или коагулируют (слипаются друг с другом) и оседают на подстилающую поверхность под действием силы тяжести (этот процесс называется седиментацией). Перечислим некоторые математические модели распространения лесного пожара.

1. Предложенная А. М. Гришиным общая математическая модель лесных пожаров, учитывающая законы сохранения массы, импульса, энергии, а также физико-химические процессы, которая описывает процессы возникновения и развития горения во всех ярусах леса. Тепло из фронта пожара в несгоревшую зону передается конвекцией, турбулентной теплопроводностью и излучением. Лес рассматривается как многокомпонентная, реакционная недеформируемая пористая многоярусная среда. Модель учитывает взаимовлияние процессов в приземном слое атмосферы, пологом леса и подстилающей поверхности.

2. Математическая модель Г. А. Доррера описывает процесс распространения лесного пожара как бегущую волну в неоднородной и анизотропной среде. В работе представлена геометрическая теория движения плоских фронтов природных пожаров, даны формулы для расчета контуров пожаров, их периметров и площадей, разработаны численные алгоритмы построения фронтов пожаров, как имитационного типа, так и основанные на методе подвижных сеток. Это сложная система моделирования процессов распространения и локализации природных пожаров.

В зависимости от способа отображения результатов модели распространения пожара подразделяются на две категории: пространственные и непространственные. Пространственные модели позволяют пользователю видеть визуальное представление процесса распространения пожара по лесной

территории. Непространственные модели вместо визуального представления предоставляют выходную информацию в виде графиков и диаграмм.

Наиболее перспективным направлением моделирования концентраций загрязняющих веществ в атмосфере при лесных пожарах является использование численных моделей переноса.

В работе Алояна приведена система уравнений для моделирования динамики аэрозолей при лесных пожарах, учитывающая специфику процесса. Предложена модель идеального случая, показывающая способность модели успешно воспроизводить специфические процессы, влияющие на перенос примесей при лесных пожарах.

В работе Коновалова проведено моделирование случая лесных пожаров химико-транспортной моделью *CHIMERE* с использованием спутниковых измерений величины *FRP* (*Fire Radiative Power* – измеренная мощность излучения) прибором *MODIS* (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* – сканирующий спектрорадиометр среднего разрешения).

Одной из наиболее широко используемых моделей атмосферного переноса и дисперсии в сообществе атмосферных наук является *HYSPLIT* (гибридная одночастная лагранжевая интегральная траектория). Это замкнутая система для вычисления простых траекторий движений воздушных масс и модель комплексного атмосферного переноса, включающая в себя дисперсию примесей и их химическую трансформацию, и осаждение. *HYSPLIT* широко используется для моделирования событий, связанных с загрязнением, включая вулканический пепел, дым от лесных пожаров, разложение радиоактивных ядер и выбросы антропогенных загрязнителей, аллергены, пыль, переносимая ветром. Расчеты единичного источника дают коэффициенты рассеивания от точки выброса для каждого периода выбросов до каждого местоположения сети с подветренной стороны, определяя, какая доля выбросов переносится в каждое местоположение, изменяющееся в зависимости от времени. Результаты концентраций оцениваются по определяемой пользователем фиксированной сетке на основе модельных симуляций. Обычное применение *HYSPLIT*

заключается в анализе обратной траектории для определения происхождения воздушных масс и установления связей между источником и приемником.

HYSPLIT также используют для разнообразного моделирование атмосферного переноса, рассеивания и осаждения загрязняющих веществ и опасных материалов. Можно отслеживать и прогнозировать движение выбросы радиоактивных веществ, дымов от лесных пожаров, перенос частиц песчаной бури, перенос пыльцы. Модель использует ранее привязанные к сетке метеорологические данные к гибридной схеме лагранжевого подхода (движущая система координат, при которой происходит адвекционные и диффузные расчеты движения элементов воздушных масс от их начального положения) и эйлеровым подходом (фиксированная трехмерная система координат для вычисления концентраций загрязняющих воздушную ячейку веществ). Концентрация в воздухе рассчитывается в определенной точки сетки. *HYSPLIT* вычисляет траектории воздушных посылок, их рассеивание или осаждение атмосферных загрязнителей.

Мы рассматривали *HYSPLIT* для траекторного анализа движения частиц на разных высотах от лесных пожаров. Для точного и лучшего рассмотрения деталей были выбраны крупные пожары за несколько десятилетий, который могли соперничать по выбросу аэрозольных частиц с крупными вулканами.

Для характеристики траекторий движения интенсивных лесных пожаров были выбраны такие пожары, как Квебек 2002 года, австралийские лесные пожары 2019–2020, канадские пожары в Британской Колумбии 2017 года, и российские пожары 2019, 2016, 2012, 2010 годов. Эти пожары сопровождалось интенсивными *pyroCb*-облаками, которые фиксировались спутником *MODIS*.

До начала работы были собраны данные про лесные пожары: дата начала пожара, временной промежуток горения и координаты, где фиксировались аэрозольные частицы или где был зарегистрирован сам лесной пожар. В связи с этим выбиралась подходящая по датам метеорологическая система и выбирался временной промежуток. В системе можно рассчитать до трех одновременно траекторий на нескольких уровнях. Высоты были выбраны ниже тропопаузы и

выше нее. Проекция графика зависела от самих полученных результатов. Интервал промежутков времени изначально был выбран 24 часа для лучшего понимания результатов и возможного уменьшения наложения траекторий друг на друга. Результаты работы модели *HYSPLIT* выдаются в виде графика.

Так, в 2019 году Сибирский федеральный округ зафиксировал большое количество интенсивных лесных пожаров в Красноярском крае и в Иркутской области. Иркутская область горела с 23 июля 2019 года по 05 августа 2019 года. В июле 2019 года на территории Сибири образовалась зона мощного антициклона, в котором бушевали пожары.

Для 2019 года были выбраны несколько разных точек по самой Иркутской области. От каждой координаты были заданы траектории по определенным высотам: 8000, 10000, 12000 м, (Рис.).

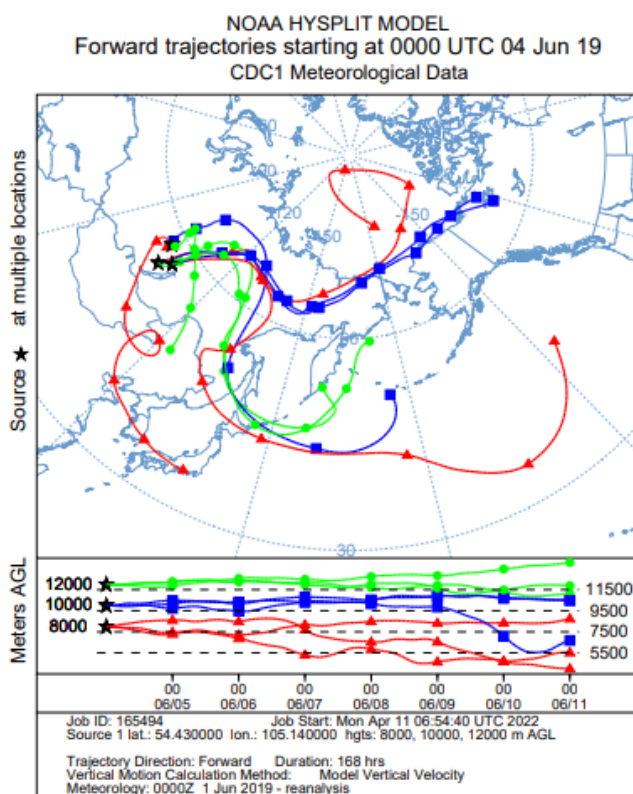


Рис. Прямые траектории от лесного пожара в России, июль 2019 года

Такие высоты были выбраны не случайно, а для просмотра движения частиц на дальние расстояния и на больших высотах, так как в работе далее будет

сказано и показано, что чем выше попадают частицы, тем дольше они могут продержаться на определенных высотах.

Программа *Hysplit* помогла определить характер движения траекторий аэрозольных частиц. Программа анализирует метеорологическую ситуацию по выбранному маршруту в заданный промежуток времени, из-за чего можно сделать несколько выводов по траекторному движению частиц. В качестве входных данных задаются координаты точки наблюдения, время старта, общее время движения и высоты.

При анализе полученных траекторий следует сформулировать вывод о том, что чем ниже траектории, тем они больше поддержаны влиянию циклонической деятельности. Наличие частиц от лесных пожаров в Иркутской области можно обнаружить в воздушных массах через 7 дней на высоте 8000 км, долетят до Японии, через 2 дня частицы на высоте 8000 км достигнут Китая. На высоте 10000 км частицы могут достичь Канаду через 8 дней от начала место возгорания лесного пожара.

Через 8 дней частицы от лесного пожара в Московской области на высоте 12000 км могли фиксироваться в Канаде. На ячейку аэрозольных частиц на высоте 6000 км действовала циклоническая деятельность, которая занесла частицы в соседние страны, такие как Казахстан, Финляндию и Норвегию.

Работы по моделированию лесных пожаров имеют большое значение для изучения физики лесных пожаров и могут применяться для составления прогнозов распространения продуктов горения от очагов пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин, А. М. Математические модели лесных пожаров. – Томск: Изд-во ТГУ, 1981. – 277 с.
2. Доррер, Г. А. Динамика лесных пожаров/ Г.А. Доррер; Ин-т вычислительного моделирования СО РАН, М-во образования и науки РФ, Федерального агентства по образованию, Сиб. гос. технологический ун-т – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 404 с., 85 илл., 16 табл.

3. Алоян, А. Е. Моделирование динамики аэрозолей при лесных пожарах // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2009. – №1. – С. 62–75.

4. Коновалов, И. Б., Бикманн, М., Кузнецова, И. Н., Глазкова, А. А., Васильева, А. В., Зарипов, Р. Б. Оценка влияние природных пожаров на загрязнение воздуха в регионе московского мегаполиса на основе комбинированного использования химическо-транспортной модели и данных измерений // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2011. – № 4. – С. 496– 507.

5. Christian, K., Yorks, J., and Das, S. Differences in the Evolution of Pyrocumulonimbus and Volcanic Stratospheric Plumes as Observed by CATS and CALIOP Space-Based Lidars // *Atmosphere*. – 2020. – 11. 1035; doi:10.3390/atmos11101035.

V. S. Syasegova,
scientific adviser: E. S. Kondyukova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

SIMULATION OF THE SPREAD OF FOREST FIRES

S. A. Laptenok¹, Xia Wei², O. I. Rodkin¹, A. Kologrivko², Yu. V. Klyausova²,
¹*International State Ecological Institute named after A.D. Sakharov Belarusian
State University, Minsk, Republic of Belarus,*
²*Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus*

APPLICATION OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS FOR THE PURPOSES OF NETWORK SPATIAL MODELING IN QINGHUANGAO CITY (PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA)

The results of network spatial modeling are presented in order to optimize the routes of road transport in the process of routine transport work, special transport of emergency services and optimization of the location of service points.

The last decades are characterized by intensive growth of production all over the world and the associated increase in the number of vehicles and the intensification of their use. In this regard, there is also a significant increase in the contribution to atmospheric pollution by pollutants contained in the exhaust of internal combustion engines. There are currently over 500 million vehicles in use worldwide. Road transport accounts for more than half of all harmful emissions into the environment, which are the main source of air pollution, especially in large cities. On average, with a run of 15,000 km per year, each car burns 2 tons of fuel and about 26–30 tons of air, including 4.5 tons of oxygen.

As a result of the combustion of liquid fuels, according to various estimates, from 180 to 260 thousand tons of lead are emitted into the air annually, which is 60 to 130 times greater than the natural release of lead into the atmosphere during volcanic eruptions (2–3 thousand tons per year). The current situation requires the adoption of urgent measures aimed at reducing the burden on the environment. Reducing the level of air pollution by vehicle emissions can be achieved by the following measures:

- reducing the number of vehicles produced and operated, which is not possible under conditions of intensive industrial development.
- reducing the intensity of transport operation, where possible.
- optimization of transport routes.

Route optimization is a measure that provides several effects: economic, environmental, ergonomic, etc. Due to the reduction of the vehicle mileage, the mileage is reduced, and, consequently, the fuel consumption and depreciation are reduced, the

engine life is saved, the number of emissions into the atmosphere of pollutants contained in exhaust. Thus, route optimization can have a significant positive impact on the overall situation both locally, regionally, and globally.

Geographic information systems (hereinafter referred to as GIS) in the process of their development have evolved from automated mapping systems to full featured geographically deployed information systems. Currently, GIS tools are used to inventory natural and labor resources, plan healthcare and public services networks, develop cities, design oil pipelines and highways, develop environmental measures and analyze election results, and solve a wide range of scientific and practical problems. The main purpose of GIS is to provide the user with reliable and adequately processed information for solving managerial and analytical problems in a visual form that is convenient for operational analysis. In all industrialized countries, hundreds of GIS of various purposes have been created: land, cadastral, municipal, resource, environmental, oceanographic, navigation, etc. At present, the main task is the development of GIS and operational automated mapping, coordination of programs for obtaining, processing, and distributing geoinformation, creating GIS networks, improving supporting hardware and software. Currently, GIS act as a means of systemic and targeted accumulation of information and environmental management. The development and progress of GIS technologies is largely associated with telecommunication networks that provide a wide range of users with access to geoinformation resources. The combination and interaction of means of telecommunications, geoinformatics and automated mapping greatly enhances their effectiveness and significantly expands the scope. Since on a global scale the development of GIS technologies is dominated by trends towards enlargement, integration and globalization of end products, the purpose of this work was to evaluate the effectiveness of applying spatial analysis methods using GIS tools on a «desktop» scale, i.e. in terms of the possibility of creating small user applications by a wide range of users who do not have special training in the field of GIS technologies.

Optimization modeling of technological transport routes during routine transport work

As an object of optimization, the route of technological transport was chosen, which ensures the delivery of products from the manufacturer to several consumers in the city Qinhuangdao.

Using the ArcView 3.2a toolkit, a vector spatial model of a part of the territory of the city of Qinhuangdao was built. Using the Network Analyst module, network problems were solved to determine the best routes under interactive conditions – changing the directions of entry and exit and the impossibility of moving along several segments of the road network with the formation of a route sheet for each option.

In the case of inaccessibility for passage of certain sections of the road network, this condition was automatically considered when solving the optimization problem, and inaccessible sections were excluded from the route. The user-friendly interface of the ArcView application and the Network Analyst extension module ensured the speed of changing conditions when setting tasks for modeling various route options.

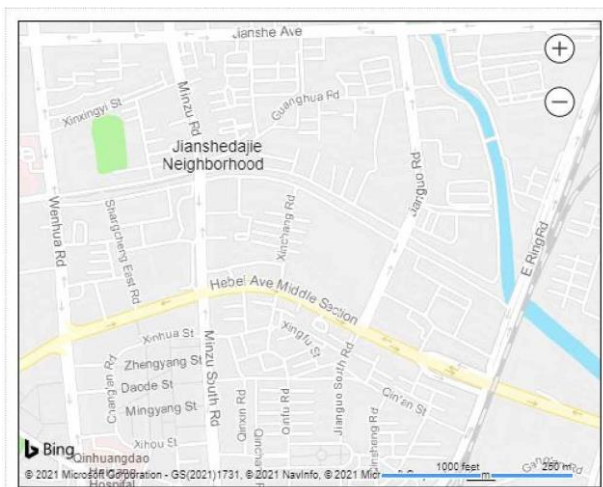


Fig.1. Topographic basis for creating a network spatial model of a part of the territory of the city Qinhuangdao

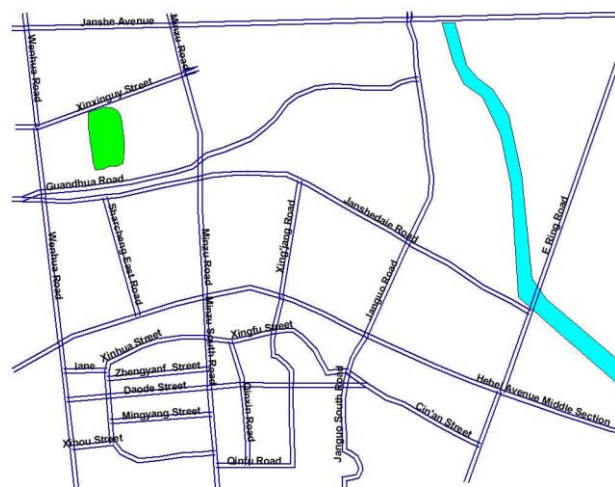


Fig. 2. Network spatial model of the main streets and driveways of the studied part of the city Qinhuangdao

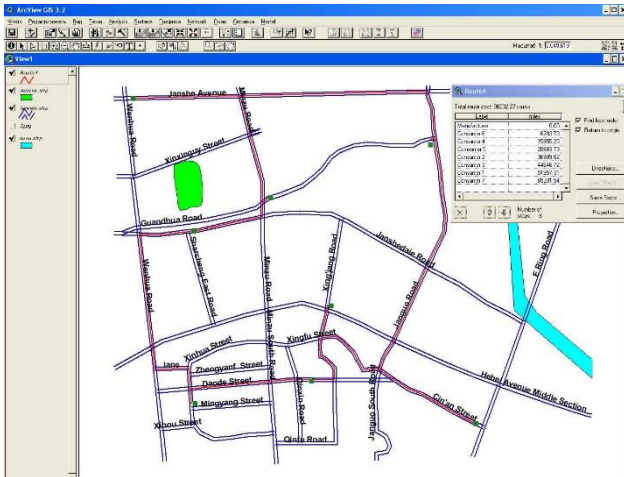


Fig. 3. Optimized route for the delivery of products from the manufacturer to several consumers in the context of routine transport work

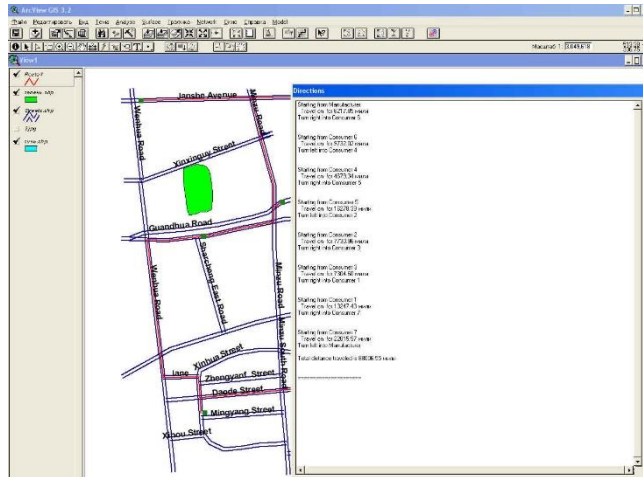


Fig. 4. Route sheet for the movement of technological transport during the delivery of products from the manufacturer to consumers

It is obvious that the use of software tools that implement algorithms for network spatial analysis makes it possible to solve the problems of operational modeling of traffic routes with dynamic initial conditions and optimization according to specified criteria. Thus, the technique of network spatial modeling based on the technology of geographic information systems can be effectively used in the implementation of measures to systematically reduce the mileage of road transport to improve economic and environmental performance.

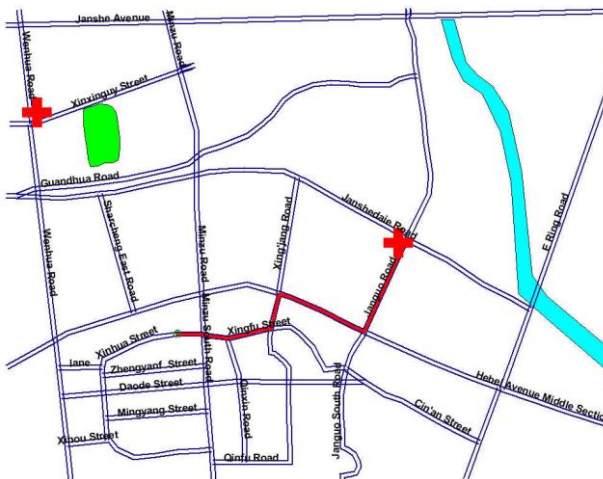


Fig. 5. The results of modeling the optimal routes for the movement of an ambulance brigade at various addresses

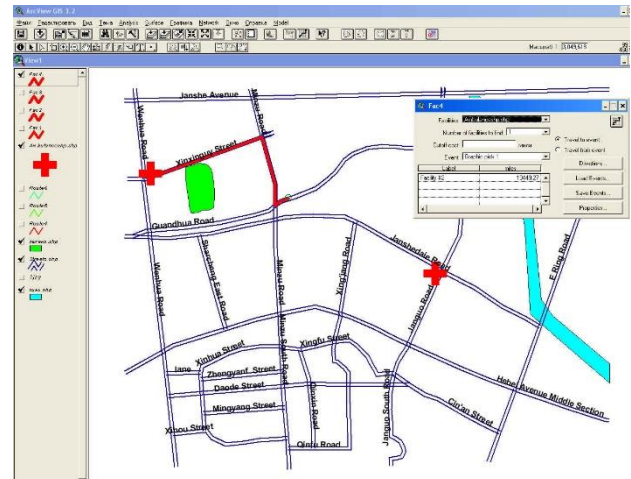


Fig. 6. The results of modeling the optimal routes for the movement of an ambulance brigade at various addresses

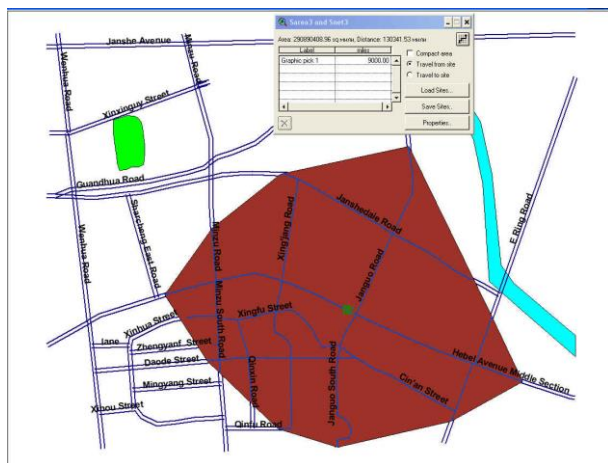


Fig. 7. Optimization of service areas for different location of the service point

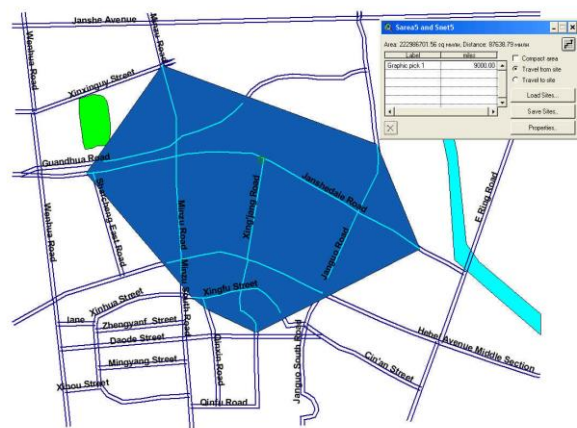


Fig. 8. Optimization of service areas for different location of the service point

Application of geographical information system technology in the activities of emergency service

The simulation of the optimal route for the ambulance crew from the ambulance substations located at different distances from the call address was carried out. Since the routes were optimized by the factor of minimizing the distance traveled, it is obvious that the operational modeling of the optimal route for each call will allow to obtain the effects of reducing the mileage and time to arrival. And a reduction in mileage at one exit, albeit insignificant, considering the intensity of the work of the ambulance service and the number of trips, can have a significant positive impact on reducing the corresponding material costs. Reducing the time before the arrival of this service in general is difficult to overestimate.

Service area optimization modeling

The location of the facility was optimized for maximum accessibility to all consumers within the road network using ArcView GIS and the Network Analyst extension. Spatial accessibility models of a service point located at different points of the territory are shown in fig. 7–8.

REFERENCES

1. Абламейко, С. В. Геоинформационные системы: создание цифровых карт / Абламейко, С. В., Апарин, Г. П., Крючков, А. Н. – Минск, 2000. – 265 с.
2. Хаксхолд, В. Ё. Введение в городские географические информационные системы / В. Ё. Хаксхолд: Пер. с англ. – New York : Oxford University Press, 1991. – 317 с.
3. Longley, P. A. GIS: Teoria i praktyka / P.A. Longley [et ctr.] – Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2006. – 519 s.
4. Бубнов, В. П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В. П. Бубнов, С. В. Дорожко, С. А. Лаптенюк – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.
5. Лаптенюк, С. А. Пространственное моделирование экологических процессов средствами географических информационных систем / Учебно-методическое пособие. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 116 с.

S. Rabko, L. Paplauskaya, I. Yermak, L. Neumiarzhytskaya, K. Sharukha,
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

EVALUATION OF GROWTH VARIABILITY BY DIAMETER OF EUROPEAN SPRUCE TREES OF DIFFERENT ORIGIN IN A CHANGING CLIMATE

An assessment of the radial growth of various climatic ecotypes of European spruce growing on the territory of the Negorelsky educational and experimental forestry enterprise (Minsk region of Belarus) is given. A significant difference was revealed in the parameters of the average width of annual rings, as well as the proportion of early and late wood in the studied climatic ecotypes of European spruce. The years with the smallest radial growth of trees are noted, as well as the years with the maximum increase in tree diameter.

Numerous works have been devoted to the study of the influence of climatic and geographical factors on the adaptive capacity of coniferous species, including the assessment of the growth of climatic ecotypes of European spruce of various geographical origins [1–3].

The first geographical forest plantations of European spruce on the territory of Belarus were planted in the Negorelsky educational and experimental forestry enterprise in the spring of 1961 on an area of 0.5 hectares, geographically including six different growing regions - spruce of Minsk, Vitebsk, Grodno, Novgorod, Vologda and Ivano-Frankivsk origin.

The area allocated for geographical crops was an old clearing that emerged from under a spruce plantation. The soil in the area is soddy-podzolic, strongly podzolized, sandy loam on cohesive sandy loam, underlain by moraine loam, and from a depth of 180 cm by cohesive sand. The type of habitat conditions is C2. Three-year-old European spruce seedlings were used as planting material. Placement of seats on the entire plot 2.0×0.7 m, initial crop density – 7140 pcs/ha. Geographical cultures of European spruce on the site are arranged in sections and are limited by pillars and clearings for the purpose of their identification. The area of each climatic ecotype of European spruce is 0.08 ha.

To assess the growth and dendro-chronological analysis in each climatic ecotype of European spruce, a complete enumeration of trees was carried out, followed by the determination of all forestry and taxation indicators. Subsequently, cores were taken from five medium trees of each climatic ecotype at chest level (1.3 m) for the

subsequent determination of the value of the radial growth of trees of the various origins of European spruce under study. Wood core samples were taken with the help of Pressler borer. Subsequently, they were prepared for measurement and cleaned, photographed in relation to scale using a ruler, the growth rings of wood were measured in Photoshop 7.0, followed by further statistical processing of the obtained data and their analysis.

Geographical cultures of European spruce, including various origins of European spruce, differ from each other in climatic indicators of the places where mother trees grow.

The results of the study show that European spruce trees of Grodno origin are characterized by the largest radial growth, and the minimum increase in diameter is characteristic of European spruce trees of Ivano-Frankivsk origin (Table 1).

Table 1

Radial growth rates of European spruce

European spruce climatype name	Average annual ring width, mm	Average width of early wood, mm	Average latewood width, mm	Share of late wood, %
Minsk	2,02±0,07	1,38±0,05	0,64±0,01	32,1
Vitebsk	2,42±0,07	1,83±0,07	0,59±0,01	26,5
Novgorod	1,95±0,05	1,40±0,04	0,56±0,02	30,0
Vologda	2,22±0,06	1,37±0,05	0,86±0,02	40,3
Ivano-Frankivsk	1,80±0,05	1,21±0,04	0,58±0,02	34,3
Grodno	2,71±0,07	1,96±0,07	0,76±0,02	28,7

According to the share of late wood, spruces of Vologda origin are the most significant, the minimum share of late wood is noted in spruces of Grodno and Vitebsk origins.

According to the average width of the annual layer of wood, all the studied origins at a statistically significant level differ from each other, with the exception of the compared pair of European spruce of Minsk and Novgorod origins (Table 2).

Analyzing the change in radial growth over the years from 1970 to 2021, it was noted that in all origins of European spruce, starting from the mid-eighties of the last century, there has been a sharp decrease in the radial growth of trees.

Table 2

Criteria for the significance of differences in the width of the annual layer wood from different origins of European spruce in geographical forest plantations

Climatype	Grodno	Vitebsk	Vologda	Minsk	Novgorod	Ivano-Frankivsk
Grodno	–	–	–	–	–	–
Vitebsk	2,37	–	–	–	–	–
Vologda	4,53	2,34	–	–	–	–
Minsk	6,05	4,24	2,17	–	–	–
Novgorod	7,38	5,7	3,46	0,81	–	–
Ivano-Frankivsk	8,84	7,44	5,38	2,56	2,12	–

In European spruce of Grodno origin, the maximum radial growth was observed from 1977 to 1993. Since 1995, there has been a sharp decline in radial growth. The years with minimal growth were noted: 1973, 1974 and 2021, when the growth in tree diameter was less than 1 mm. The share of late wood of trees of Grodno origin averages 28.7%. In this case, the increase in diameter is mainly formed due to early wood in the spring-summer period from May to June.

In European spruce of Vitebsk and Minsk origins, a similar pattern is observed in the dynamics of growth in diameter. Thus, in spruce of Vitebsk origin, the maximum radial growth is observed in the period from 1975 to 1988, and the years with the minimum growth are 1974, 2015 and 2021. The share of late wood in trees is minimal and amounts to only 26.5%. In the European spruce of Minsk origin, the maximum increase in diameter was in the period from 1976 to 1988, and the years with the minimum increase were 1974, 1975, 2020 and 2021, and a rather sharp decrease in growth has been observed since 1995.

European spruce trees of northern origin also show a decrease in growth in diameter, starting from the 90s of the last century, however, this decrease is more gradual and, unlike European spruce of local origin, there is no sharp decrease in growth in the 70s of 20th century. European spruce of Vologda origin has the highest proportion of late wood, and in years with a higher increase in diameter, the proportion of late wood was equal to or exceeded the proportion of early wood (1993–1995).

European spruce of Ivano-Frankivsk origin is characterized by the smallest radial growth. The maximum increase is noted from 1978 to 1987, and starting from

1988, there is a sharp decrease in the increase in diameter in trees. The smallest increase in diameter (less than 1 mm) is characterized by 1970, 1997 and 2019.

An analysis of the increase in diameter in European spruce of various origins showed that the sharpest decrease in radial growth in the first decade is observed in trees of Minsk (45.8%) and Ivano-Frankivsk (36.4%) origins (Table 3).

Table 3

Changes in the width of the annual layer in European spruce trees of various geographical origins for the periods under study

European spruce climatype name	Decrease in radial increment, % for 1970–2021	Annual layer width by periods, mm			
		1970–1985	1986–1997	1998–2007	2008–2021
Minsk	59,8	3,01	1,63	1,50	1,21
Vitebsk	56,3	3,41	2,98	1,83	1,49
Novgorod	49,8	2,67	2,16	1,70	1,34
Vologda	53,0	3,15	2,27	1,76	1,48
Ivano-Frankivsk	52,5	2,72	1,73	1,49	1,29
Grodno	50,4	3,61	3,40	2,04	1,79

Between 1970 and 1985 the average width of the annual ring in spruce of Minsk origin is 3.01 mm; from 1986 to 1997 increase in diameter went down by 45.8%. For spruce of Ivano-Frankivsk origin, the initial reduction in radial growth was 36.6%. European spruce of Grodno origin in this period showed the best results - the radial growth of trees decreased only by 5.8%.

For the period from 2008 to 2021 the largest decrease in radial growth is observed in European spruce trees of northern origin (spruce of Novgorod origin by 21.2%, Vitebsk origin by 18.6%, and Vologda origin by 15.9%). In European spruce trees of Minsk and Grodno origins, the decrease in growth in tree diameter is 12.4 and 12.3%, respectively.

In general, for the entire analyzed period of observations, the decrease in radial growth in European spruce trees of various origins is 49.8–59.8% (the maximum decrease in diameter growth in European spruce trees of Minsk origin is 59.8%, the minimum decrease in growth in diameter in trees of European spruce of Novgorod origin - 49.8%). The conducted studies of the radial growth of European spruce of various origins made it possible to identify not only the existing difference in the total width of the annual layer in the trees under study, but also in the share of participation

in the annual ring of early and late wood, as well as various levels of decrease in growth in diameter in the studied origins of spruce growing in geographic forest cultures.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, В. П., Марченко, С. И., Нартов, Д. И., Балухта, Л. П. Влияние климатических факторов на радиальный прирост *Pinus sylvestris* и *Picea abies* (Pinaceae) на территории Брянской области // Растительные ресурсы. – 2021. – Т. 57. – Вып. 1. – С. 39–48.

2. Дегтярева, Е. В., Болботунов, А. А., Дегтярев, А. М. Возможности моделирования и прогнозирования радиального прироста хвойных пород на территории Белорусского Поозерья // Природные ресурсы. – 2019. – №1. – С. 71–77.

3. Матюшевская, Е. В. Факторы изменчивости радиального прироста деревьев. – Под общей редакцией В. Н. Киселева. – Минск: БГУ, 2017. – 231 с.

РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И КУЛЬТУРА

А. А. Ханжина,

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПУТЬ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ В FASHION-ИНДУСТРИИ С ПОМОЩЬЮ МАРКЕТИНГОВОГО ПРОДВИЖЕНИЯ

The increase in the level of well-being of the population, combined with the traditional marketing policy - encouraging consumption and increasing sales, has led to an increase in environmental and social problems. However, since the end of the twentieth century, the agenda of the importance of caring for human and natural resources has been no less significant factor compared to economic indicators.

Рост уровня благосостояния населения в совокупности с традиционной маркетинговой политикой – поощрение потребления и повышение продаж, повлекло за собой рост экологических и социальных проблем. Однако с конца двадцатого века, повестка важности заботы о человеческих и природных ресурсах, является не менее значимым фактором, по сравнению с экономическими показателями.

Экологический маркетинг – это один из инструментов влияния на общественное потребление природными ресурсами. Маркетинг культуры или культура маркетинга подстраивается под современные тенденции, взаимодействуя друг другом. На сегодняшний день мода – одно из комплексных проявлений культуры современности, позволяющее разрешающее акцентироваться на своем социальном положении и утолять обще эстетические нужды, оказывая значимый эффект на мировую экономику, общество и состояние окружающей среды. С одной стороны, развивающиеся каналы, меняющиеся рынки и новаторские исследования предлагают возможности получения дохода и возможность радикальных инноваций. С другой стороны, глобальный экономический рост замедляется, а конкуренция усиливается.

На рынке вклад компаний в устойчивое развитие является одним из ведущих показателей компании. Маркетинговая программа компании является

одним из инструментов продвижения и достижения результатов для устойчивого развития. Основными факторами являются:

- 1) экологическая ориентированность компании;
- 2) этичность корпоративной культуры бренда;
- 3) высокие экономические показатели и финансовая устойчивость;
- 4) клиентоориентированность.

В источниках, посвященных экологическому маркетингу, представлены четыре основных маркетинговых стратегии, которые применяются в зависимости от тех или иных рыночных или конкурентных условий. Данные стратегии ранжируются от пассивной стратегии «Лин грин», до более агрессивной «Экстрим грин», включая промежуточные стратегии «Дифенсив грин» и «Шейдид грин» [1].

Данные концепции базируются на классической концепции маркетинг – микс, четыре основных элемента (4P – товар, цена, место и продвижение) которой, также рассматриваются с новых «зеленых» позиций [2].

В основе данной работы, рассмотрим стратегию «Экстрим грин» на примере российской компании 12Storeez.

Компании воспринимают стратегию «Экстрим грин» как целостную философию ценностей. В этих компаниях экологические вопросы и ответственность полностью интегрированы в систему бизнеса и жизненного цикла продукции. Их методы включают ценообразование с учетом жизненного цикла товара, комплексное управление качеством окружающей среды, и производство, не наносящее вред окружающей среде. Более того, в большинстве случаев, экологическое сознание является важной движущей силой в компании с самого начала [1].

Компании, которые используют стратегию «Экстрим грин» в качестве маркетинговой стратегии, в основном обслуживают нишевые рынки и продают свою продукцию или услуги через бутики или специализированные каналы. Принцип данной стратегии воздействовать на 4P (товар, цена, место и продвижение) [1].

Марка одежды 12Storeez только в начале своего пути к устойчивому развитию, на практике российских брендов переход к устойчивому развитию, достаточно новый шаг для бизнеса в пределах Российской Федерации [3].

Суть концепции бренда.

1. Производство лаконичных вещей и использование качественных материалов, что позволяет потребителю легко вписать в своей повседневный гардероб и прослужить долгое время. В этом смысле бренд достаточно рационален, на этапе разработки продукции разбираются насколько та или иная вещь универсальна. Не стремятся провоцировать людей по спонтанные покупки и чрезмерно потреблять – это одна из основных идеологий устойчивого развития.

2. Создание выверенного ассортимента продукции. Перевыпуск только тех моделей, которые пользуются спросом. Эта тактика позволяет минимизировать перепроизводство – одну из проблем индустрии.

3. Сотрудничество с фабриками-партнерами в России, Беларуси, Турции, Китае, Индии. Большинство партнеров располагаются в Китае, Турции и Индии проходит сертификацию по международным стандартам. Эти сертификаты касаются условий труда для работников (например, стандарты WRAP, Sedex, BSCI) и экологические стандарты производства.

4. Таким образом, марка одежды не только точка сопряжения бизнес-интересов, но система по ответственности социально-экологической деятельности. Использование подхода «Экстирим грин» компания, создает конкурентные преимущества на основе их экологической деятельности.

Маркетинговые стратегии, включающие обзор на социальных и экологических проблемы, помогают компаниям в разработке бизнес-практик и продуктов, которые являются этичными и экологически безопасными и при этом удовлетворяют потребности потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ginsberg, J. M. Choosing the Right Green Marketing Strategy / J. M. Ginsberg, P. N. Bloom. – MIT Sloan Management Review, 2004. – P. 79–84.

2. Зайцева, Д. С., Краковецкая, И. В. Экологический маркетинг: тенденции и перспективы // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2016. – № 2. – С. 55 – 60.

3. Официальный сайт 12Storeez [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://12storeez.com/blog/blog/2021/manifest-of-sustainability> (Дата обращения: март 2023).

A. A. Khanzhina,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**THE WAY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE FASHION
INDUSTRY THROUGH MARKETING PROMOTION**

Ю. С. Шабалина, М. В. Березюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ВКЛАД РЕГИОНАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

The article is devoted to the participation of regional environmental operators in the formation of a conscious culture of consumption and understanding of the importance of environmental protection through various eco-education activities of the population.

Экологическое просвещение является неотъемлемой частью формирования экологического менталитета и мировоззрения населения, понимания важности сохранения окружающей среды для будущих поколений.

Согласно Федеральному закону от 10.01.2002 № ФЗ–7 «Об охране окружающей среды», экологическое просвещение определяется как деятельность по распространению экологических знаний об экологической безопасности, здоровом образе жизни человека, информации о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов в целях формирования экологической культуры в обществе [1].

Существует множество разнообразных форм эко-просвещения, например, экологическое образование дошкольных учреждений, средней школы, учебные программы высшего образования в ВУЗах. Также это дополнительное экологическое образование (программы ДПО разных уровней), дополнительное эко-образование детей (станции юных натуралистов, станции экологического направления, экологические кружки ООПТ, музеи природы). Экологическое волонтерство, эко-просветительская деятельность крупных предприятий РФ, общественные экологические движения и организации, крупные ежегодные акции, зеленые уроки, лекции, игры, квесты, походы, мастер-классы, субботники, конференции, фестивали, премии и т. д.

Эко-просветительская работа является важным структурным компонентом реализации ФП «Экономика замкнутого цикла» [2], на рисунке представлена структура данного проекта. Таким образом, в обязанности региональных операторов на постоянной основе входит этот вид деятельности.



Рисунок. Структура и система управления федеральным проектом

По данным за 2021 год Российский Экологический Оператор (РЭО) представил рейтинг из 20 лучших региональных операторов РФ [3].

Критерии оценивания и отбора были такими:

- собираемость платежей;
- работа с волонтерскими движениями;
- проведение просветительских акций, посвященных осознанному потреблению;
- уровень удовлетворенности населения качеством оказания услуги по обращению с ТКО;
- охват населения платежами за услугу по обращению с ТКО.

Первые строчки рейтинга топ-20 заняли компании Московской и Брянской областей. Также стоит отметить, что все три региональных оператора Свердловской области попали в данный рейтинг.

Региональные операторы России организуют множество мероприятий и акций по экопросветительской работе:

1. ООО «ЭКОЛАЙН-ВОСКРЕСЕНСК» Московская область.

- Разработана методика экопросвещения для детей дошкольного возраста.
- В 2019 году проведена акция по сбору вторсырья на форуме «Город образования». Прошло выступление экспертов компании о реальном и мнимом

вреде пластика, переработке сложных его видов, а также советы об осознанном потреблении.

– Проведены мастер-классы для населения по разделному сбору вторсырья.

– Выпущен мультфильм-экоурок, который рассказывает, как устроен раздельный сбор, почему важно давать отходам вторую жизнь, и как это поможет природе.

– Организовано обучение для воспитателей МДОУ № 20 «Новое поколение» о раздельном сборе отходов.

2. ООО «Хартия» Московская область.

– Организуются ежемесячные акции «Раздельный сбор вторсырья».

– Проведен мастер-класс «Zero waste как новая модель потребления» в рамках просветительской программы для молодежи Москвы «Москва без отходов».

3. АО «Чистая планета» Брянская область.

– Проведена лекция со студентами «Экологическое воспитание и культура молодежи современной России».

– Посещение школ с лекциями о работе регионального оператора.

– Издание двух обучающих буклетов по разделному сбору отходов, которые распространяются по детским садам и школам: раскраска для детей дошкольного и младшего школьного возраста и информационная брошюра «Мы за чистый город!» — для школьников средних и старших классов.

4. ЕМУП «Спецавтобаза» Свердловская область.

– Организованы семинары для педагогов школ и детских садов «Классный час с регоператором» для дальнейшего обучения детей.

– Проведены экскурсии для школьников на мусоросортировочный комплекс.

– Проведены лекции для детей дошкольного возраста «Мусороежка», где рассказывают о работе мусоровоза и о раздельном сборе ТКО.

5. ООО «САХ» Удмуртская Республика.

– Организовано обучение 50 педагогов Удмуртии методикам преподавания экологических уроков.

– Проведены рекламные кампании в поддержку раздельного сбора отходов с привлечением наружной рекламы, СМИ, социальных сетей.

– Организованы экоплощадки на массовых мероприятиях.

– Проведены экологические уроки в школах и детсадах, групповые экскурсии в пунктах приёма вторсырья.

6. АО «ЭкоПром-Липецк» Липецкая область.

– Организация плаггинг–забега «ЧистоДляСебя». Участие в таком забеге приняло около 300 человек, а собрано было 1350 кг.

– Конкурс детских рисунков.

– Проведено новогоднее мероприятие «Семейный экологический праздник», в рамках которого участники соревновались в экологических познаниях и учились правильно сортировать отходы. Также был проведен конкурс по лучшей поделке из вторсырья.

7. ООО «ГРИНТА» Республика Татарстан.

– Участие в открытых уроках по экопросвещению в школах.

– Проведены познавательные игры на городских субботниках, различных массовых городских праздниках и народных гуляниях. К примеру, ростовые куклы рассказывают жителям о ближайших пунктах приема отходов.

– Издание учебного пособия для детей 5–10 лет «Для чего нужны отходы».

8. АО «Ситиматик — Нижний Новгород» Нижегородская область.

– Экологический семейный фестиваль «Мартовские эковстречи». Этот познавательный проект о развитии экологической культуры поставил своей целью привлечь внимание жителей города к теме раздельного сбора отходов, их вторичной переработке и продвижению экологической культуры.

– Настольная игра «Как управлять отходами». Игра моделирует систему обращения с ТКО, внедряемую в Нижегородской области, и показывает, как

функционирует дуальный сбор отходов, работают логистические модели, развивается инфраструктура.

– Викторина «Ставка на Экологию».

– Проект игровых практик «Экоматика». Коллекция настольных и стратегических игр привлекает к проблемам экологии школьников и студентов всех возрастов.

– Разработаны несколько методик для обучения правильному обращению с ТКО для выездной работы в школах, ВУЗах, библиотеках и других общественных пространствах.

Экопросветительская деятельность, с использованием различных современных форм информационных и коммуникационных технологий, является обязательной частью работы любого регионального оператора в рамках работы по формированию осознанной культуры потребления и понимания важности охраны окружающей среды, снижения объемов образования ТКО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения 04.04.2023).

2. Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reo.ru/ezc> (дата обращения 04.04.2023).

3. Названы 20 лучших компаний по вывозу отходов в России // Российский экологический оператор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reo.ru/tpost/5orb4yrcy1-nazvani-20-luchshih-kompanii-po-vivozu-o> (дата обращения: 04.04.2023).

4. Российский экологический оператор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reo.ru/> (дата обращения: 04.04.2023).

Yu. S. Shabalina, M. V. Berezyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**THE CONTRIBUTION OF REGIONAL OPERATORS TO
ENVIRONMENTAL EDUCATION OF THE POPULATION IN THE
RUSSIAN FEDERATION**

Ю. С. Шабалина,
Научный руководитель: Е. Р. Магарил
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ СРЕДЫ НА УРОВНЕ РЕГИОНА

This article deals with the role of environmental public organizations in solving environmental management problems at the regional level and their significant contribution to environmental conservation.

На современном этапе продолжается масштабное изменение уровня развития технологий, а также увеличение объема промышленного производства, однако человечество стало задумываться о негативных последствиях экономического развития сравнительно недавно. Все чаще случаются эколого-технологические катастрофы, сокращается биоразнообразие, возрастает число несанкционированных свалок и т. д. Поэтому в современном мире все больше стран осознают необходимость формирования природоохранной политики, которая будет уделять больше внимания рациональному природопользованию и поддержанию экологического равновесия. При этом повышается роль общественных экологических организаций, которые стараются внести свой вклад в сохранение природных ресурсов на планете.

Общественные экологические организации (ОЭО) – это добровольные некоммерческие организации, созданные с целью защиты окружающей среды и улучшения экологической ситуации в мире [1].

Эти организации выполняют множество функций. Основными направлениями работы общественных экологических организаций являются [2]:

- участие в законотворческом процессе;
- экологическое воспитание и просвещение;
- общественный контроль за соблюдением природоохранного законодательства;
- общественная экологическая экспертиза;
- научно-исследовательская работа;

- организация массовых природоохранных мероприятий (озеленение и благоустройство, очистка зон массового отдыха, ликвидация стихийных свалок);
- защита конституционных экологических прав граждан;
- научно-техническая деятельность – организация научно-технических и научно-практических конференций, совещаний, семинаров, учебы;
- научно-издательская деятельность.

Одной из главных задач ОЭО является создание экологически устойчивого общества. Они выступают за развитие новых безотходных технологий, за использование возобновляемых источников энергии, развитие экологического туризма, защиту диких животных и растительных видов, уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу и защиту водных ресурсов [1].

Общественные организации в первую очередь ориентированы на решение экологических проблем на территории своего региона. Таким образом, для ОЭО Свердловской области первостепенными становятся вопросы очищения берегов водоемов и отслеживания сброшенных объемов сточных вод в них, высадки зеленых насаждений, отслеживания незаконных полигонов и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [3].

В Свердловской области действует около десятка экологических общественных организаций [4]. Некоторые из них, а также их реализованные проекты представлены в таблице.

Таблица

Общественные экологические организации Свердловской области

Название	Цель организации	Реализованные проекты
Общероссийское экологическое общественное движение «Зеленая Россия» по Уральскому федеральному округу	Объединение всех слоев граждан общей идеей сбережения природы. Возрождение родных традиций. Экологическое и патриотическое воспитание.	<ul style="list-style-type: none"> – Всероссийский субботник «Зеленая Россия»; – Разработка экологических стандартов; – Спецпроект «Лес Победы»; – Фарм Консалтинг; – Экопоселок «Вазузские просторы»
Свердловское областное отделение Всероссийского	Объединение равнодушных жителей города. Озеленение и благоустройство	<ul style="list-style-type: none"> – Российский студенческий экологический семинар; – «Операция Ч» – ряд мероприятий по озеленению и очистке р. Чусовой;

общества охраны природы	Свердловской области, организация экологических мероприятий.	<ul style="list-style-type: none"> – Наблюдение за сохранением рекреационного использования территории Юго-Западного лесопарка; – Обустройство родников и др.
РОО Уральская Экологическая Инициатива	Устойчивое развитие Уральского региона.	<ul style="list-style-type: none"> – Экопросвещение детей и взрослых (авторские уроки, лекции, тренинги, акции); – «Зеленый атлас Екатеринбургского уезда Горнозаводского Урала»; – «INNOWATER» – форум водоснабжения и водоотведения; – «Лом. Техноген. Полигон» – международный экологический форум по отходам и др.
ЭКА – Екатеринбург	Вовлечь как можно больше людей в деятельную заботу о сохранении природы и в снижение своего экологического следа.	<ul style="list-style-type: none"> – «Посади лес»; – Экокласс; – «Kapoosta» – гид «зеленых» объектов; – «Зов природы» и др.
Экологический проект ЧИСТО_УРАЛ	Организация экскурсий по природным достопримечательностям Урала и уборка мусора.	<ul style="list-style-type: none"> – Подкаст с экологами Свердловской области; – Организация просветительских программ и экофестивалей
Экологический фонд "Зелёный Урал"	Повышение уровня экологической ответственности органов государственной власти, бизнеса и общества.	<ul style="list-style-type: none"> – «Здоровый водоем»; – «Экоуборка»; – Отряд Добровольцев; – Экологическая инициатива Свердловской области
Уральский экологический союз	Содействие оздоровлению экологической обстановки на Урале, поиски путей устойчивого развития региона посредством экологического просвещения населения.	<ul style="list-style-type: none"> – Разработка концепции воспитания и развития системного экологического мышления; – Создание общественного экологического движения в защиту реки Чусовая; – Региональный семинар для журналистов «Человек и окружающая среда. Проблемы формирования экологического мышления» и др.
Свердловское отделение Российского экологического общества	Обеспечение более высокого уровня экологической ответственности со стороны органов власти, бизнеса и населения региона, а также защита конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду.	<ul style="list-style-type: none"> – Проведение экологических уроков; – Утилизация 500 кубометров битого стекла; – Конкурс «Чистый берег РЭО»; – Установка боксов для сбора батареек; – Ликвидация несанкционированных свалок и др.

Общественные экологические организации Свердловской области реализуют огромный спектр проектов, на протяжении уже нескольких десятков лет. Но нельзя не отметить, что в последние годы особое внимание уделяется экологическому образованию и просвещению как для детей, так и для взрослого населения. Сами объединения отмечают, что они рассчитывают на вовлеченность и поддержку населения в их деятельности. Например, Свердловское отделение Российского экологического общества называет одними из ключевых элементов работы – участие граждан в практической реализации проектов и экологическое просвещение [5]. Одной из десяти задач работы экологического фонда «Зеленый Урал» является вовлечение молодежи в конструктивную экологическую повестку регионов [6].

В апреле 2020 года по инициативе фонда «Озеро Байкал» компания ОМІ (*Online Market Intelligence*) провела социологическое исследование «Отношение россиян к проблемам экологии», в котором приняло участие 2218 респондентов из всех регионов России. Задачами исследования являлись оценка степени вовлеченности и намеренности участия населения России в экологических инициативах, а также выяснение отношения к экологическим некоммерческим организациям (НКО).

Результаты опроса показали, что 74 % опрошенных хорошо относятся к экологическим НКО (рис.), а доверяют им около половины – 56 % всех опрошенных. Недоверие населения к НКО связано с отсутствием полевых фото-видеоотчетов и ежегодной отчетности на сайте организации. При этом отрицательное отношение к НКО почти в 3 раза чаще встречается в группе людей от 55 лет по сравнению с молодыми людьми в возрасте 18–34 года [7].

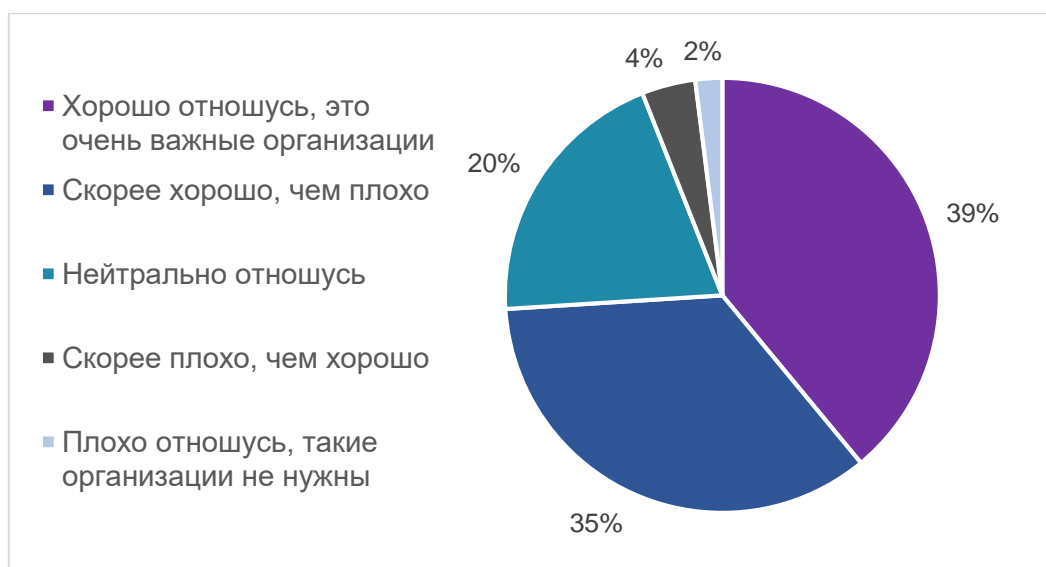


Рис. 1. Отношение к НКО, которые занимаются проблемами экологии (составлено автором по данным [7])

Также стоит отметить, что 28 % опрошенных готовы участвовать в мероприятиях, которые занимаются проблемами экологии в России, а 66 % готовы покупать товары, участвующие в благотворительных акциях, при условии, что цена без акции остается такой же [7].

Таким образом, роль общественных экологических организаций в охране окружающей среды является крайне важной. Они помогают общественности совершать шаги в сторону защиты окружающей среды. Можно достигнуть еще большего эффекта деятельности ОЭО при использовании социальных сетей и средств массовой коммуникации для взаимодействия с населением, что позволит более эффективно донести до аудитории информацию о проблемах природопользования, а также побудить их на изменения.

ЛИТЕРАТУРА

- Капицкий, В. Н. Роль экологических общественных объединений в охране природы (правовые вопросы) // Российское право: образование, практика, наука. – 2018. – № 1. – С. 73–77.
- Экологические организации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://studfile.net/preview/9444734/page:13/> (дата обращения 15.04.2023).

3. Зеленый путь Урала. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kommersant.ru/doc/5680612> (дата обращения 19.04.2023)

4. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mprso.midural.ru/article/show/id/1088> (дата обращения 15.04.2023)

5. Официальный сайт Свердловского отделения Российского экологического общества. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://sverdlovsk.ecosociety.ru/> (дата обращения 19.04.2023)

6. Официальный сайт экологического фонда «Зеленый урал». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://greenural.com/o-nas/o-fonde> (дата обращения 19.04.2023)

7. Социологическое исследование «Отношение россиян к проблемам экологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://baikalfoundation.ru/ourwork/partnerstvo-v-interesakh-ustoichivogo-razvitiia/otnoshenie-rossiyan-k-probleмам-ekologii/> (дата обращения 19.04.2023)

Y. S. Shabalina

Supervisor: E. R. Magaril

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**THE ROLE OF PUBLIC ENVIRONMENTAL ORGANIZATIONS IN
SOLVING PROBLEMS OF NATURE MANAGEMENT AND
ENVIRONMENTAL PROTECTION AT THE REGIONAL LEVEL**

Научное электронное текстовое издание

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Сборник трудов

XVII очной международной научно-практической конференции

(Екатеринбург, 19–20 мая 2023 г.)

Компьютерная верстка

И. В. Рукавишникова

Ю. В. Пластинина

Дизайн обложки

Электронный формат – pdf

Объем --- уч.-изд. л.

620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19
Информационный портал УрФУ

<http://www.urfu.ru>