

Тульский государственный университет
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева
Тульское отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
ТООО Научно-технический центр
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

ДОКЛАДЫ
XXV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

25 декабря 2020 года

Тула
«Инновационные технологии»
2020

УДК 504.75
ББК 91.9

Современные проблемы экологии: доклады XXV междунар. науч.-практич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2020. – 209 с.

Сборник содержит материалы по проблемам состояния и оценки экологической ситуации, рационального природопользования, экологически чистых химических технологий, очистке газовых выбросов в атмосферу, применению новых методов очистки, утилизации промышленных и бытовых отходов жизнедеятельности людей, вопросам радиологической безопасности, путям и методам решения других вопросов экологии.

Выделены приоритетные направления природопользования: экономика, право, образование, а также перспективы устойчивого развития: взаимодействие органов власти, общества и бизнеса в решении экологических проблем. Даны решения некоторых практических задач охраны окружающей среды.

Материалы предназначены для научных сотрудников, преподавателей высших учебных заведений, аспирантов, студентов и специалистов, занимающихся проблемами экологии и медицины.

Редакционная коллегия:

Академик РАН С.М. Алдошин, Академик РАН В.П. Мешалкин, д.т.н., проф. В.М. Панарин, д.т.н. А.А. Маслова, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, к.т.н. Е.И. Вакунин, к.т.н. А.Е. Коряков, В.М. Михайловский, А.П. Метелкин.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.

ISBN 978-5-6045071-1-7

© Авторы докладов, 2020

© Издательство «Инновационные технологии»,
2020

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ И СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЙ В АТМОСФЕРУ И ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

В.М. Панарин, А.А. Маслова, С.А. Савинкова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье представлена автоматизированная система непрерывного контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ предприятий в атмосферу и водные объекты, потребительские качества которой состоят в повышении эффективности технологических процессов предприятий и снижении ресурсных затрат, улучшении экологической ситуации в части загрязнения атмосферного воздуха и водных ресурсов, предотвращении возможных проявлений неблагоприятных экологических ситуаций.

В соответствии с Федеральным законом от 29.07.2018 N 252-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и статьями 1 и 5 Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельными законодательными актами Российской Федерации» в части создания систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ» устанавливается, что объекты I категории, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, виды которых устанавливаются Правительством РФ, должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов и сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на основании программы создания системы автоматического контроля.

Вводятся требования к программам создания системы автоматического контроля, в которой должны определяться, помимо прочего, стационарные источники и показатели выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, подлежащие автоматическому контролю, места и сроки установки автоматических средств измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также технических средств фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, состав и форма передаваемой информации.

Экологическая безопасность территорий является необходимым элементом устойчивого развития общества и составной частью национальной безопасности. Стержнем концепции экологической безопасности является теория экологического риска, который определяется, в первую очередь, вредным воздействием окружающей среды на здоровье населения.

На современном этапе экологический мониторинг является важным инструментом обеспечения экологической безопасности.

На кафедре охраны труда и окружающей среды ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» предлагается автоматизированная система непрерывного контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ предприятий в атмосферу и водные объекты, которая выполняет следующие основные функции:

- прогнозирование возможного наступления неблагоприятных экологических ситуаций в прилегающих жилых зонах;
- поддержка принятия управленческих решений для предотвращения неблагоприятных экологических ситуаций;
- предложения по приведению производственных процессов предприятий к выполнению требований законодательства РФ и нормативам наилучших доступных технологий.

Предполагаются следующие количественные параметры работы автоматизированной системы:

- период, на который прогнозируется возможное наступление неблагоприятных экологических ситуаций в жилых зонах, прилегающих к предприятиям-загрязнителям: не менее 24 часов;
- вероятность прогноза наступления неблагоприятных экологических ситуаций: - не менее 0,91;
- максимальное время, на которое вырабатываются рекомендации по поддержке принятия управленческих решений: - 24 часа.

Автоматизированная система конструктивно состоит из двух подсистем нижнего уровня и подсистемы верхнего уровня, размещенных в отдельных электротехнических шкафах.

Подсистема нижнего уровня контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу размещается в контейнере с обогревом и кондиционированием непосредственно на стационарном источнике выбросов. Датчики измерения параметров загрязняющих выбросов, размещенные на стационарном источнике, соединены проводными каналами с элементами электротехнического шкафа подсистемы. Данные на верхний уровень передаются по проводным каналам связи.

Подсистема нижнего уровня контроля сбросов загрязняющих веществ в водные объекты размещается в контейнере с обогревом и кондиционированием непосредственно в створе сброса промышленных вод предприятия. Датчики измерения параметров загрязнения промышленных стоков соединены проводными каналами с элементами электротехнического шкафа подсистемы. Данные на верхний уровень от подсистемы передаются по проводным каналам связи.

Подсистема верхнего уровня системы размещается в диспетчерском пункте экологического контроля предприятия и обеспечивает непрерывный контроль объемов выбросов и сбросов загрязняющих веществ, передачу данных в Государственный фонд данных государственного экологического мониторинга, прогнозирование возможного наступления неблагоприятных

экологических ситуаций, информационную поддержку принятия управленческих решений для предотвращения неблагоприятных экологических ситуаций.

Потребительские качества автоматизированной системы состоят в повышении эффективности технологических процессов предприятий и снижении ресурсных затрат, улучшении экологической ситуации в части загрязнения атмосферного воздуха и водных ресурсов, предотвращении возможных проявлений неблагоприятных экологических ситуаций.

Автоматизированная система является необходимым элементом в обеспечении предприятиями выполнения требований законодательства РФ № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 29.07.2018 г.), Постановлений Правительства РФ № 262 и №263 от 13.03.2019 г. Нормативы предписывают наиболее крупным предприятиям обязательное оснащение стационарных источников автоматизированными системами с передачей значений объемов и состава выбрасываемых загрязняющих веществ в Государственный фонд данных государственного экологического мониторинга.

Данные исследования проводились и финансировались в рамках гранта правительства Тульской области в сфере науки и техники 2020 года.

Список литературы

1. Панарин В.М. Оснащение стационарных источников вредных (загрязняющих) веществ автоматическими средствами контроля промышленных выбросов объектов 1-ой категории / В.М. Панарин, Н.А. Рыбка, А.А. Маслова, В.В. Сергеечев, И.Ю. Загуменнов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2019, № 4 (30). – С. 13-20.

2. Маслова А.А. Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования уровней загрязнения воздуха и водных объектов / А.А. Маслова, В.М. Панарин, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка, Е.А. Котова, Д.А. Селезнева // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23, № 8. – С. 36-41.

3. Панарин В.М. Автоматизированная система удаленного экологического мониторинга на промышленных объектах / М.В. Панарин, А.А. Маслова, Н.А. Рыбка, Е.М. Рылеева, К.В. Гришаков // Ежемесячный научно-производственный журнал «Экологические системы и приборы». – 2019. – №6. – С.9-13.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ В РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

В.М. Панарин, А.А. Маслова, С.А. Савинкова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье приведен анализ отечественного и зарубежного рынка в области разработки автоматизированных систем контроля промышленных выбросов, которые используются на предприятиях различных областях промышленности, в том числе

автомобильной, фармацевтической, медицинской, микроэлектронной, биобезопасной лабораториях и аэрокосмической промышленности, с целью сокращения выбросов вредных побочных продуктов.

В настоящее время на рынке отечественными и зарубежными производителями газоаналитического оборудования реализуется большое количество измерительных комплексов для контроля свыше 50 различных наименований загрязняющих веществ, в том числе методами: хемилюминесценции; флуоресценции; газовой хроматографии; спектрально-оптическими (фотометрические, ИК, УФ-спектрометрические, в том числе лазерные); оптико-акустическими; с использованием полупроводниковых сенсоров; электрохимии; парамагнитными и другими методами, а также их комбинациями.

Зарубежный рынок.

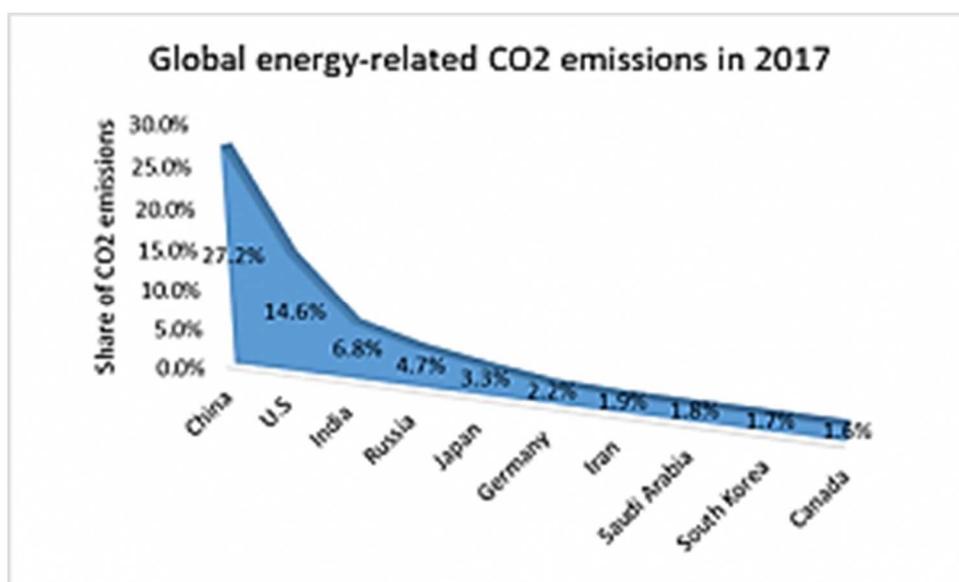
Согласно проверенным исследованиям рынка «Global Industrial Emission Control System Market Analysis:», глобальный рынок систем контроля промышленных выбросов был оценен в \$ 14,66 млрд в 2018 году и, по прогнозам, достигнет \$ 25,52 млрд к 2026 году, увеличившись в среднем на 7,2 % с 2019 по 2026 год [1].

Системы контроля промышленных выбросов используются для ограничения выбросов опасных газов и загрязняющих веществ, которые выбрасываются с электростанций, производственных предприятий и предприятий химической промышленности. Эти промышленные загрязнители, выбрасываемые в атмосферу, являются причиной серьезного экологического ущерба, такого как фотохимический смог, кислотные дожди и гибель лесов. Система контроля за промышленными выбросами используется для мониторинга и сокращения этих вредных выбросов, что в свою очередь предотвращает серьезные экологические последствия. Это оборудование преобразовывает опасные загрязняющие элементы воздуха как несгоревшие углеводы, окись углерода, окиси азота, и окиси серы в водяной пар и углекислый газ который можно безопасно выпустить в атмосферу. Помимо промышленных предприятий, системы контроля за выбросами также используются в автомобильной, фармацевтической, медицинской, микроэлектронной, биобезопасной лабораториях и аэрокосмической промышленности с целью сокращения выбросов вредных побочных продуктов [1].

Увеличение объема промышленных выбросов является одной из основных глобальных проблем. Быстрая индустриализация в сочетании с рисками глобального потепления породила проблемы устойчивого развития в будущем. Глобальное потепление стало главным фокусом глобальной геополитики. Вследствие этого промышленные предприятия во всем мире активно внедряют систему промышленного контроля за выбросами с целью соблюдения строгих правил, установленных руководящими и регулирующими органами, такими как АООС, в отношении негативного воздействия вредных выбросов на окружающую среду. В целях обеспечения соблюдения этого требования промышленные предприятия обязаны развернуть такие системы эмиссии с

целью сокращения выбросов вредных газов в окружающую среду. Таким образом, это способствовало росту глобального рынка систем контроля за промышленными выбросами.

Промышленные секторы, как ожидается, будут главным источником выбросов CO₂ в 2016-2050 годах. Это приведет к росту числа установок систем контроля промышленных выбросов, что, в свою очередь, стимулирует рынок. Кроме того, растущий спрос на электроэнергию со стороны развивающихся стран наряду с растущей инфраструктурой также стимулировали развитие рынка промышленных контрольных выбросов. С другой стороны, все более широкое внедрение возобновляемых источников энергии и увеличение инвестиций в экологически чистую энергетику может служить сдерживающим фактором для глобального рынка системы контроля за промышленными выбросами (рисунок).



Анализ выбросов CO₂ в 2017 г.

Как видно из рисунка, Китай занял первое место, за которым следуют Индия, Япония и Южная Корея с точки зрения выбросов CO₂ в 2017 году. С ростом индустриализации экологические нормы в этих развивающихся странах также направляются на улучшение условий труда и сокращение выбросов в окружающую среду. Это, в свою очередь, стимулирует внедрение системы контроля за промышленными выбросами в промышленных секторах. Таким образом, ожидается, что эти регионы внесут значительный вклад в рост рынка глобальных систем регулирования промышленных выбросов.

Основными игроками на рынке являются General Electric Company, Mitsubishi Hitachi Power Systems Ltd., Фуцзянь Longking Co., Ltd, Johnson Matthey PLC, Ducon Technologies Inc., Babcock & Wilcox Co., AMEC Foster Wheeler PLC, Ceco Environmental Corp, Hamon Corporation, Thermax Ltd и BASF SE [1].

Различные отрасли промышленности по всему миру активно внедряют системы контроля промышленных выбросов в связи с жесткими правилами, установленными регулирующими органами в отношении допустимых уровней выбросов, которые могут быть выпущены в окружающую среду. Это в значительной степени способствовало стимулированию рынка. Ожидается, что

в прогнозируемом периоде регион АТЭС будет доминировать на рынке за счет увеличения числа угольных электростанций и цементных производств. Эти отрасли промышленности, как правило, выделяют токсичные загрязнители и выхлопные газы, создавая огромный спрос на систему контроля промышленных выбросов в развивающихся странах, таких как Китай и Индия. Кроме того, растущий спрос на электроэнергию в сочетании с растущей инфраструктурой, в свою очередь, повысит спрос на системы контроля за выбросами с целью сокращения выбросов вредных газов в окружающую среду. Это в конечном итоге повысит общий рынок для системы контроля за промышленными выбросами во всем мире.

Отечественный рынок.

Защита атмосферы от выбросов загрязняющих веществ является важной экологической проблемой современности. Эта проблема приобретает особую актуальность для промышленных городов, где атмосферные загрязнения оказывают негативное влияние на здоровье, благосостояние и продолжительность жизни людей, приводят к развитию необратимых для природы последствий [2].

Именно поэтому, внедрение новых и усовершенствование существующих систем мониторинга атмосферы является одним из основных направлений реформирования системы государственной власти и управления Российской Федерации в области природопользования и охраны окружающей среды.

Несмотря на обязательный характер информатизации процессов мониторинга, а также поддержки и принятия управленческих решений в сфере охраны атмосферного воздуха, анализ действующих систем мониторинга атмосферы на различных уровнях управления демонстрирует острую нехватку аппаратно-технического оснащения.

На практике используются в основном лабораторные методы контроля, основанные на «ручном» отборе проб и их анализе на устаревшем оборудовании. Практически отсутствуют современные мобильные, автоматизированные средства за контролем выбросов в атмосферный воздух, программно-аппаратные комплексы сбора, обработки данных мониторинга атмосферного воздуха, формирования прогнозов и поддержки принятия управленческих решений [3].

В связи с чем, на государственном уровне в России разработаны и реализуются федеральная и, входящие в нее, региональные целевые программы «Охрана окружающей среды на 2012-2020 годы» (далее Программа). Одной из задач которой является «Повышение эффективности функционирования системы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды». На первом месте среди всех целевых индикаторов программы находятся индикаторы охраны атмосферного воздуха:

- объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на единицу ВВП (тонн на млн. рублей ВВП);
- количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (единиц);
- численность населения, проживающего в неблагоприятных экологических условиях (в городах с высоким и очень высоким уровнем

загрязнения атмосферного воздуха (индекс загрязнения атмосферного воздуха более 7), (млн. человек).

В ответ на поставленные Программой задачи, Правительство Российской Федерации подготовило ряд нормативных документов, в том числе и Проект Постановления «Об утверждении перечня стационарных источников и перечня вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах, а также технических средств передачи информации об объеме или о массе таких выбросов, о концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах» (далее Проект постановления).

Согласно Проекту, на объектах 1-ой категории, т.е. объектах, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий (НДТ), стационарные источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета объема или массы выбросов, концентрации загрязняющих веществ, а также техсредствами фиксации и передачи указанной информации в госфонд данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

В разработанный перечень стационарных источников и вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю, были включены источники выбросов таких производств, как добыча сырой нефти и природного газа; производство нефтепродуктов, кокса; обеспечение электроэнергией, газом и паром; металлургическое производство; производство неметаллической минеральной продукции, химических веществ и химических продуктов, пестицидов, целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона; деятельность по обезвреживанию отходов.

Принимая во внимание вышеперечисленные обстоятельства, природоохранные службы предприятий должны инициировать разработку заданий на проектирование автоматических средств контроля промышленных выбросов, сфокусировавшись на крупных стационарных источниках выбросов загрязняющих веществ, которые подлежат инструментальному контролю в автоматическом режиме.

Основными организациями в области автоматизированных систем контроля выбросов в РФ являются Научно-производственная фирма «ДИЭМ», ЗАО «Экрос-Инжиниринг», ООО «ЭкоПромЦентр», КРОК и др.

Данные исследования проводились и финансировались в рамках гранта правительства Тульской области в сфере науки и техники 2020 года.

Список литературы

1. Global Industrial Emission Control Systems Market Research Report On The Basis Of Equipment Type, Emission Source, Geography And Forecast To 2026

[<https://www.verifiedmarketresearch.com/product/global-industrial-emission-control-systems-market/>]. Дата обращения: 10.11.2020.

2. Панарин В.М. Оснащение стационарных источников вредных (загрязняющих) веществ автоматическими средствами контроля промышленных выбросов объектов 1-ой категории / В.М. Панарин, Н.А. Рыбка, А.А. Маслова, В.В. Сергеечев, И.Ю. Загуменнов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2019, № 4 (30). – С. 13-20.

3. Панарин В.М. Автоматизированная система удаленного экологического мониторинга на промышленных объектах / М.В. Панарин, А.А. Маслова, Н.А. Рыбка, Е.М. Рылеева, К.В. Гришаков // Ежемесячный научно-производственный журнал «Экологические системы и приборы». – 2019. – №6. – С.9-13.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.А. Адыева, Н.Я. Галимова

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева,
г. Казань

***Аннотация.** Рассмотрена эффективность использования побочных продуктов химической переработки древесного сырья в виде технических лигнинов в качестве модифицирующих добавок (наполнителей) при производстве композиционных материалов на основе крупнотоннажного термопластичного полимера – поливинилхлорида. Исследованы технологические и эксплуатационные свойства жестких (винипласты) и пластифицированных (пластикаты) полимерных композиций при различных содержаниях наполнителей в широком диапазоне температур и режимов деформирования. Показано аномальное изменение исследованных свойств композиций в области малых содержаний модификаторов.*

На предприятиях лесопромышленного комплекса в процессе химической переработки древесного сырья образуются побочные продукты, представляющие собой лигнинсодержащие соединения (сульфатный, сульфитный и гидролизный лигнины), объединенные термином – технические лигнины (ТЛ) [1, 2].

Основная масса ТЛ не находит квалифицированного применения и вывозится в отвалы, сбрасывается в водоемы, что приводит к загрязнению окружающей среды и ухудшению экологического равновесия. Поэтому важной научно-технической проблемой является эффективное использование ТЛ в различных отраслях промышленности. Одним из перспективных направлений утилизации ТЛ является использование их в качестве модифицирующих добавок при производстве различных видов полимерных материалов. При использовании ТЛ в качестве компонентов в составе полимерных композиций необходимо принимать во внимание их физико-химическую активность по отношению к полимерной матрице.

Среди термопластичных полимеров по объему производства и применения лидирующее положение занимает поливинилхлорид (ПВХ). В отличие от многих промышленно важных полимеров в чистом виде ПВХ практически не применяется, так как в процессе переработки, эксплуатации и хранения полимер подвергается действию многочисленных факторов, приводящих к необратимым изменениям его технических свойств. Широкая номенклатура материалов на основе ПВХ, возрастающие требования к качеству и расширяющиеся области их применения вызывают необходимость разработки новых композиций, обеспечивающих более совершенные свойства готовых изделий [3].

При разработке ПВХ композиций важной задачей является использование сравнительно дешевых и доступных наполнителей взамен традиционных. Можно считать, что наполнители природного происхождения в основном уже полностью вовлечены в производственные процессы, и резервы следует искать в различных промышленных отходах, основная масса которых не находит практического применения [4]. При современных масштабах материального потребления фактор степени вовлечения в промышленное производство вторичных материальных ресурсов, в том числе неиспользуемых производственных отходов, имеет первостепенное значение. Решение указанной проблемы связано с разработкой и освоением безотходных, экологически чистых и ресурсосберегающих технологий, внедрение которых позволит получить значительный технико-экономический эффект во многих отраслях промышленности. Поэтому исследования, направленные на изучение эффективности модификации ПВХ дисперсными наполнителями в виде ТЛ являются актуальными.

Комплексные исследования эффективности модификации ПВХ твердыми отходами лесопромышленного комплекса в виде ТЛ позволили установить следующие особенности:

- как модифицирующие добавки они существенно изменяют технологические и эксплуатационные свойства композиций;

- выявлен эффект активного влияния малых добавок ТЛ, проявляющийся в аномальном изменении реологических, деформационно-прочностных, теплофизических и других физико-химических свойств композиций, и дано обоснование его причин, связанных с изменением надмолекулярной структуры полимера, а именно образованием структурно-неоднородных граничных межфазных слоев;

- полученные концентрационные зависимости исследованных свойств модифицированных композиций позволяют выбрать составы, оптимальные по отдельным показателям или их совокупности, что открывает возможность эффективного использования разработанных ПВХ композиций при производстве листовых, пленочных и других видов изделий различного функционального назначения.

Список литературы

1. Казарновский А.М. Использование лигнина в качестве наполнителя полимерных материалов / А.М. Казарновский // Обз. Инф. Серия: Переработка

пластмасс. – М.: 1983. – 53 с.

2. Чудаков М.И. Промышленное использование лигнина / М.И. Чудаков. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 200 с.

3. Штаркман Б.П. Основы разработки термопластичных полимерных материалов / Б.П. Штаркман. – Н. Новгород: Нижегородский гуманитарный центр, 2004. – 328 с.

4. Галимов Э.Р. Композиционные материалы на основе поливинилхлорида и промышленных отходов / Э.Р. Галимов. – Казань: Казан. Гос. техн. ун-т им. А.Н. Туполева, 1995. – 184 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Н.А. Адыева, Н.Я. Галимова

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева,
г. Казань

***Аннотация.** Рассмотрена эффективность использования отходов литейных производств в качестве модифицирующих добавок (наполнителей) при производстве композиционных материалов на основе крупнотоннажного термопластичного полимера – поливинилхлорида. Исследованы технологические и эксплуатационные свойства жестких (винипласты) и пластифицированных (пластикаты) полимерных композиций при различных содержаниях наполнителей в широком диапазоне температур и режимов деформирования. Установлены особенности и закономерности изменения комплекса исследованных свойств полимерных композиций от содержания и дисперсности наполнителей.*

Достижения в области создания новых полимерных композиционных материалов на основе ПВХ с заданным диапазоном технологических и эксплуатационных свойств, способствуют расширению их применения в виде винипластов, пластикатов, пластизолов и покрытий в современной технике. Возрастающие объемы производства ПВХ и применения композиций на его основе обусловлены: доступностью и сравнительно низкой стоимостью исходного сырья, возможностью получения различных видов полимера и чрезвычайно широким ассортиментом материалов на его основе, уникальной способностью подвергаться модификации и способностью перерабатываться в готовые изделия традиционными методами [1-3].

Модификация ПВХ различными функциональными добавками, актуальна по двум причинам. Во-первых, она позволяет улучшить комплекс технологических и эксплуатационных свойств полимера, а во-вторых, сэкономить полимер, если использован доступный и дешевый модификатор, и тем самым, существенно снизить себестоимость готовых изделий [2].

На сегодняшний день актуальной задачей является решение проблемы дефицита и дороговизны полимерного сырья, снижения сырьевой себестоимости продукции за счет совершенствования и оптимизации рецептуры ПВХ

композиций и режимов работы перерабатывающего оборудования. Однако резервы снижения себестоимости за счет подбора компонентов ПВХ композиций не слишком велики, так как целевые добавки закупаются в основном за рубежом. В этих условиях чрезвычайно важны и актуальны исследования, направленные на разработку перспективных и недорогих отечественных компонентов ПВХ композиций, обладающих высокими модифицирующими свойствами, доступностью и более низкой себестоимостью [4]. Одним из эффективных способов совершенствования свойств и удешевления ПВХ композиций является введение в их состав наполнителей. При разработке ПВХ композиций важной задачей является изыскание доступных и сравнительно дешевых наполнителей, среди которых наибольший интерес представляют отходы промышленных производств, в том числе отходы литейных производств.

В качестве базовой рецептуры использовали композицию на основе ПВХ С-7059-7058М, стабилизированную смесью стеарата кальция и силиката свинца. В качестве минерального наполнителя выбраны неиспользуемые отходы литейного производства (ОЛП). Основными компонентами ОЛП являются: огнеупорный электрокорунд, связующий материал – гидролизированный раствор и обсыпка в виде кварцевого песка. Содержание ОЛП в рецептурах жестких и пластифицированных композиционных материалов составляло: 1, 3, 5, 10, 20 и 30 масс. ч. на 100 масс. ч. ПВХ. Дисперсность наполнителей составляла от 5 до 200 мкм. В качестве пластификатора использовали диоктилфталат, содержание которого в композициях меняли от 10 до 80 масс. ч. на 100 масс. ч. базового полимера. Наполнители перед использованием подвергали предварительной подготовке (размол, сушка). Диспергирование наполнителей проводили на планетарной мельнице «Активатор 2SL». Гранулометрический состав частиц определяли методом лазерного микрофракционного анализа на лазерном микроанализаторе «Analizette-22».

Компоненты, входящие в рецептуры жестких композиций, предварительно перемешивали на лабораторном смесителе при комнатной температуре, затем проводили вальцевание смесей на фрикционных вальцах при оптимальных температурно-временных режимах. Пластифицированные композиции предварительно подвергали желатинизации при температуре 80-90°C в течение 24 часов, затем смеси подвергали гомогенизации на двухшнековом экструдере «UR-TC» с последующей термопластикацией на лабораторных вальцах при температуре 140-160°C в течение 5-10 минут до получения однородных и сплошных пленок.

При выполнении работы использовали следующие методы экспериментальных исследований. Исследования поверхности пленочных образцов ПВХ композиций проводили методом сканирующей зондовой микроскопии на атомно-силовом микроскопе «Innova» в контактном режиме. Исследования методом оптической микроскопии проводили на оптическом микроскопе «Carl Zeiss Axio Imager Z2m». Исследования методом сканирующей электронной микроскопии образцов в виде пленок, проводили на рабочей станции AURIGA CrossBeam (Carl Zeiss). Микроскоп оснащен спектрометром энергетической дисперсии INCA X-MAX (Oxford Instruments) с разрешением 127 эВ. Инфракрасные спектры исходных компонентов и ПВХ композиций

снимали на спектрофотометре марки «IRAffinity-1» с преобразователем Фурье фирмы «Шимадзу» в диапазоне длин волн 4000 – 400 см⁻¹. Для определения упруго-прочностных свойств композиций проводили статические и циклические испытания образцов на испытательной машине «Shimadzu AG-50KNX». Термомеханический анализ проводили путем определения термомеханических параметров композиций на трехканальной автоматической установке ПТБ-1-ИЖ. Термические свойства ПВХ композиций определяли с использованием многофункционального дериватографа Q-1500D со специальным программным управлением. Определение показателя текучести расплавов композиций проводили на экструзионном автоматическом пластометре GT-7100 MIBH. Исследование вязкоупругих свойств расплавов проводили на грузовом капиллярном вискозиметре постоянных давлений в широком диапазоне температур и режимов деформирования путем продавливания расплавов через цилиндрические капилляры определенных размеров.

На основе проведенных комплексных экспериментальных исследований ПВХ композиций получены следующие результаты.

1. Осуществлена модификация и обоснована эффективность практического использования в рецептурах ПВХ композиций дисперсных наполнителей неорганической природы в виде отходов литейных производств (отходов литья по выплавляемым моделям).

2. Методами сканирующей зондовой, оптической и сканирующей электронной микроскопии проведен качественный и количественный анализ процессов структурообразования ПВХ композиций при различных сочетаниях и соотношениях модифицирующих добавок.

3. Выявлены особенности изменения комплекса механических свойств жестких и пластифицированных композиций, которые определяются природой, количеством и дисперсностью минеральных наполнителей.

4. Изучено влияние наполнителей на изменение теплофизических свойств ПВХ композиций. Исследования позволили выявить, что наполнители в виде отходов литейных производств при оптимальном содержании (до 10-15 масс. ч.) оказывают некоторое термостабилизирующее действие на ПВХ.

5. Показано влияние природы, количества и дисперсности ОЛП, степени содержания пластификатора, температуры и режимов деформирования на изменение вязкоупругих свойств композиций. Выявленные особенности обусловлены структурными превращениями при модификации ПВХ и подтверждены исследованиями полимерных композиций методом инфракрасной спектроскопии.

Список литературы

1. Штаркман Б.П. Основы разработки термопластичных полимерных материалов / Б.П. Штаркман. – Н. Новгород: Нижегородский гуманитарный центр, 2004. – 328 с.

2. Галимов Э.Р. Композиционные материалы на основе поливинилхлорида и промышленных отходов / Э.Р. Галимов. – Казань: Казан. гос. техн. ун-т им. А.Н. Туполева, 1995. – 184 с.

3. Гузеев В.В. Структура и свойства наполненного поливинилхлорида / В.В. Гузеев. – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. – 284 с.

4. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ / Под ред. Ф. Гроссмана. 2-е издание. Пер. с англ. под ред. В.В. Гузеева. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 608 с.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ХЛОРИДОВ В ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТИВАХ КУЛОНОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ЦЕЛЯХ НЕДОПУЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТИ

А.Е. Лестев^{1,2}, А.В. Фролова¹, П.А. Богомолов^{1,2}, Я.В. Ившин², Ж.В. Межевич²

¹ ООО «ГЦСС Нефтепромхим»,

² Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ),
г. Казань

Аннотация. В исследовании рассматривается апробация кулонометрического метода для определения содержания органических хлоридов в промышленно выпускаемых химических реактивах с целью недопущения загрязнения нефти и связанных с этим последствий для экологии. Проанализировано семь растворителей различной степени чистоты на содержание хлорорганических соединений, обнаружены растворители, загрязненные ХОС. Актуальность исследования определяется новыми требованиями технического регламента ТР ЕАЭС 045/2017, устанавливающими требования к отсутствию хлорорганических соединений в химреактивах, применяемых в процессах добычи и транспорта нефти. Для реализации контроля по установленному требованию необходимо провести апробацию методов и разработку методик измерений ХОС в различных химреактивах. Исследование проводилось на новой модификации кулонометра, обеспечивающего реализацию метода сжигания пробы с последующим кулонометрическим титрованием ионов хлора ионами серебра с образованием слабо растворимого хлорида серебра. Пробоподготовка для отделения органических хлоридов от неорганических осуществлена по способу патента РФ 2713166. По итогам исследования сделан вывод о принципиальной возможности наличия ХОС в химических реактивах класса «чистый», «чистый для анализа» и «химически чистый». Даны практические рекомендации для производителей химреактивов и их потребителей – нефтяных компаний и производителей нефтепромысловой химии в части контроля качества и входного контроля химических реактивов.

Ключевые слова: органические хлориды, хлорорганические соединения, определение ХОС, химические реактивы, безопасность нефтяной отрасли, загрязнение нефти, ХОС в растворителях, кулонометрический метод.

Хлорорганические соединения (ХОС) являются загрязнителями нефти, содержание которых контролируется на уровне миллионных долей (ppm). В соответствии с Техническим регламентом Евразийского экономического союза «О безопасности нефти, подготовленной к транспортировке и (или) использованию» ТР ЕАЭС 045/2017 максимально допустимое содержание органических хлоридов во фракции нефти, выкипающей до 204 °С, не должно превышать 6 млн⁻¹, что при учете процента отгона в пересчете на нефть

составляет около 1 ppm. ТР ЕАЭС 045/2017 также вводит требование о недопустимости применения при изготовлении (производстве) и транспортировке нефти химических реагентов, содержащих хлорорганические соединения [1], т.к. именно применение различных химпродуктов является одним из источников привнесения ХОС в нефть. Даже незначительное содержание ХОС в нефти приводят к коррозионным разрушениям оборудования нефтеперерабатывающих заводов и пассивации катализаторов риформинга нефти. ХОС характеризуются сложностью удаления их из нефти при её подготовке. Опасность ХОС обусловлена их разложением в процессах нефтепереработки с образованием хлороводорода – активного коррозионного агента. Вследствие развития коррозионных процессов возможно возникновение аварийных ситуаций, в том числе приводящих к разливу нефти и нефтепродуктов, возникновению пожаров и других негативных последствий для экологии. В этой связи важным представляется контроль содержания ХОС в химпродуктах, поиск причин попадания, образования ХОС [2, с. 63], разработка точных методов определения ХОС и процедур недопущения химпродуктов, содержащих ХОС. Кроме того, загрязнение нефтепромысловых химреагентов и химреактивов для лабораторий нефтедобывающих компаний хлорорганическими соединениями приводит к невозможности их применения в процессах добычи, транспортировки и переработки нефти, что, в свою очередь, приводит к необходимости их утилизации.

Химические реактивы закупаются для лабораторий входного контроля, производственных лабораторий и научных центров нефтедобывающих компаний. Их используют для самых разных целей: от непосредственного применения при проведении анализов в качестве растворителей до мытья посуды. Таким образом, закупаемые химические реактивы также участвуют в производственных процессах по изготовлению (производству) и транспортировке нефти, что подводит их под требование технического регламента ТР ЕАЭС 045/2017.

Цель настоящей статьи заключалась в анализе содержания органических хлоридов кулонометрическим методом для недопущения применения загрязненных химреактивов в производственных процессах добычи и транспортировки нефти. Запрещение применения химических продуктов, содержащих органические хлориды ставит вопрос о необходимости разработки и апробации методов определения общего содержания ХОС.

Для проведения анализа содержания ХОС в химреагентах необходимо подобрать соответствующее оборудование и разработать методику определения, включающую процедуру пробоподготовки [3].

Методика эксперимента.

Анализ проводили с помощью широкодиапазонного кулометра Multi EA 5100 фирмы Analytik Jena, обеспечивающего анализ ионов хлора путем титрования ионами серебра. Первичная апробация прибора произведена на химических реактивах – растворителях разной степени чистоты.

В качестве основного метода исследования химических реактивов на содержание ХОС был выбран метод сжигания пробы и последующего микрокулонометрического титрования, заключающийся в следующих этапах: 1) химический реактив загружается в автоматический податчик пробы прибора, который вводит пробу в поток инертного газа при температуре 1000-1100°C, где происходит пиролиз пробы, после чего проба сжигается в кислороде; 2) органически связанный хлор (хлор, связанный ковалентной связью с углеводородным радикалом, синоним хлорорганического соединения) разлагается под действием температуры и переводится в неорганическое соединение (хлороводород), которое затем попадает из камеры сгорания по трубке в ячейку для титрования; 3) ионы хлора в ячейке титрования взаимодействуют с ионами серебра, которые восстанавливаются микрокулонометрическим титрованием.

Метод кулонометрического титрования основывается на свойстве растворения ионов серебра в электролите при прохождении тока через серебряный анод к платиновому катоду. В качестве анода используется серебро, т.к. ионы серебра при взаимодействии с ионами хлора дают труднорастворимую соль, выпадающую в осадок. Это явление описывается законом Фарадея, в соответствии с которым масса вещества, растворенного при прохождении одного и того же количества электричества, пропорциональна электрохимическому эквиваленту вещества.

$$m = \frac{Q}{F} \times \frac{M}{n} \quad (1)$$

где Q – количество электричества (Кл), необходимое для растворения на электроде m граммов вещества с молярной массой эквивалента, равной M / n (M – молярная масса вещества; n – число электронов, участвующих в электродной реакции).

Принцип работы прибора заключается в том, что после сжигания пробы хлороводород (а также бромоводород и йодоводород), содержащийся в осушенном потоке газовой пробы, поглощается раствором электролита. Подаваемые ионы хлора титруются электролитическим способом созданными ионами серебра с образованием слабо растворимого хлорида серебра. Титрование происходит в уксусной кислоте, чтобы по возможности получить полную реакцию AgCl (снижение ионного произведения AgCl).



Таким образом, содержание хлора рассчитывается по количеству электричества, израсходованного на растворение серебра. В качестве катода используется платина из-за её инертности. На поверхности платинового катода происходит реакция восстановления водорода.



Титрование до конечной точки выполняется вместе с потенциометрической индикацией сенсорным электродом на ионы серебра.

Объекты исследования.

В качестве объектов для исследования были отобраны различные растворители разных степеней чистоты российского производства, проанализированные в рамках проведения входного контроля. Во избежание конфликта интересов с производителями и поставщиками анализируемых химических реактивов в настоящей статье не раскрываются наименования производителей, поставщиков и нормативной документации. Данные растворители применяются практически в каждой аналитической лаборатории, кроме того производители нефтепромысловых химреагентов также используют растворители класса «ч.», «х.ч.», «ч.д.а.» в составе своих рецептов.

Полученные результаты и их обсуждение.

Отобранные химические реактивы были поочередно проанализированы на содержание органического хлора на приборе Multi EA 5100 методом микрокулонометрического титрования (табл.1).

Таблица 1

Результаты определения массовой доли соединений хлора в химических реактивах – растворителях отечественного производства

№ образца	Растворитель	Массовая доля органического хлора, млн ⁻¹ (ppm)
1	<i>n</i> -гептан, «ч»,	27,2
2	Петролейный эфир 40/70,	0,56
3	Петролейный эфир 70-100, «х.ч.»,	0,375
4	Бутанол-1, «ч»,	0,274
5	Толуол, «ч.д.а»,	0,22
6	<i>n</i> -гексан, «ч.д.а.»	11,11
7	Циклогексан, «ч.д.а.»,	0,73

Из результатов анализа видно, что растворители содержат в своем составе соединения хлора. Наибольшее содержание соединений хлора отмечено в *n*-гептане и *n*-гексане.

Для подтверждения того, что обнаруженные соединения хлора являются органическими, была произведена пробоподготовка по патенту 2713166 [3] для отделения хлорорганических соединений от неорганических соединений хлора. Пробы были повторно проанализированы (табл. 2).

Таблица 2

Результаты повторного определения массовой доли органического хлора в химических реактивах – растворителях

№ образца	Растворитель	Массовая доля органического хлора, млн ⁻¹ (ppm)
1	<i>n</i> -гептан, «ч», Россия	27,0
2	<i>n</i> -гексан, «ч.д.а.» 1 производитель, Россия	11,08

Таким образом, показано, что обнаруженный хлор в растворителях является органическим. Также видно, что хлорорганические соединения содержатся в растворителях вне зависимости от их степени чистоты. ХОС обнаружены в химреактивах класса «чистый», «чистый для анализа» и «химически чистый». Таким образом, данные обозначения не являются гарантией отсутствия хлорорганических соединений в химреактивах, несмотря на любые заверения производителей о невозможности их наличия.

Выводы

Результаты исследования показали принципиальную возможность содержания хлорорганических соединений в составе химических реактивов разной степени чистоты.

Применение и использование химических реактивов в нефтяной отрасли без предварительных испытаний на содержание хлорорганических соединений может привести к серьезным технологическим проблемам и финансовым издержкам, как для нефтяной компании [4, с. 40], так и для производителей нефтепромысловой химии, связанным с загрязнением нефти хлорорганическими соединениями и соответствующими штрафными санкциями. Попадание загрязненной органическими хлоридами нефти на переработку может привести к коррозионным разрушениям оборудования и аварийным ситуациям, потенциально опасным для экологии.

Возможно получение недостоверных результатов по содержанию хлорорганических соединений при использовании непроверенных химических реактивов или даже посуды из-под них. Отобранные пробы технологических жидкостей зачастую разливают в бутылки из-под гексана, толуола или изооктана. При этом остаточное содержание ХОС в плохо промытой бутылке может показать наличие ХОС в пробе, даже если в ней ХОС отсутствуют.

По результатам проведенных исследований рекомендуется:

- нефтяным компаниям и производителям нефтепромысловой химии осуществлять входной контроль химических реактивов по параметру «массовая доля хлорорганических соединений»;
- нефтяным компаниям и производителям нефтепромысловой химии включать в техническую и квалификационную часть тендерной документации требование о недопустимости содержания хлорорганических соединений в поставляемых химических реактивах;
- производителям и поставщикам химических реактивов перед поставкой своей продукции нефтяным компаниям и производителям нефтепромысловой химии осуществлять контроль качества по параметру «массовая доля хлорорганических соединений».

Список литературы

1. ТР ЕАЭС 045/2017. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности нефти, подготовленной к транспортировке и (или) использованию» // ТЕХЭКСПЕРТ [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/556173489>

2. Синёв А.В. Образование легколетучих хлорорганических соединений при первичной перегонке нефти в результате разложения химических реагентов, содержащих соли четвертичных аммониевых соединений / А.В. Синёв, Т.В. Девяшин, А.М. Кунакова, Л.Р. Сайфутдинова, Ф.Г. Усманова, А.Н. Крикун, А.Е. Лестев // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. – 2019. – №4(14). – С. 63-69.

3. Пат. 2713166 Российская Федерация, МПК7 G01N 30/06 (2006.01). Способ подготовки проб нефтепромысловых химреагентов для определения хлорорганических соединений и органически связанного хлора / А.Е. Лестев, А.В. Фролова, Г.Д. Ризванова; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ГЦСС Нефтепромхим». – № 2019123129; заявл. 22.07.2019, Бюл. № 4. – 15 с.: ил.

4. Крикун Н.Г. Проблемы применения химпродуктов в нефтяной отрасли России / Н.Г. Крикун // ТехНАДЗОР. – 2012. – № 8(69). – С. 40-41.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И РАЗДЕЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ КАДМИЯ И НИКЕЛЯ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА МЕТОДОМ ЖИДКОСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

Р.Д. Тангалычев¹, Н.Б. Березин², Ж.В. Межевич²,
С.В. Бузов², С.Р. Темников²

¹ Московский политехнический университет,
г. Москва

² Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань

Аннотация. Комплексный подход к решению проблемы экологической безопасности, как на стадии производства, так и при утилизации, отслужившей свой срок продукции является актуальной задачей.

Извлечение ценных металлов из химических источников тока позволяет не только решить проблему их утилизации, но и предотвратить загрязнение окружающей среды. Особое значение такой подход приобретает в случае наличия в химических источниках тока токсичных металлов, таких, как кадмия. Кадмий, как известно, обладает общетоксическим, мутагенным и тератогенным воздействием на живые организмы. Никель способен вызывать аллергические реакции и оказывать общетоксическое действие. По некоторым данным никель обладает канцерогенным и мутагенным действием.

Целью работы является получение данных по извлечению и разделению кадмия и никеля при утилизации химических источников тока методом жидкостной экстракции.

В работе получены данные по разделению, извлечению кадмия и никеля из Ni–Cd химических источников тока (ХИТ) с использованием водной двухфазной экстракционной системы, состоящей из полиэтиленгликоля (ПЭО-1500), фазообразующей соли Na₂SO₄ и воды. Исследовано экстракционное поведение металлов и их разделение в нижнюю и верхнюю фазу с помощью экстрагента – йодида калия. Максимальное извлечение Cd 99 % и Ni - 89 % достигается при выщелачивании аккумуляторов с помощью HCl при следующих условиях: концентрация KI – 3 г/л, коэффициент разбавления раствора ХИТ-35. Метод жидкостной экстракции, применяемый в данной работе, показал свою эффективность для разделения рассматриваемых металлов и имеет преимущество в аспекте экологической безопасности.

Жидкостная экстракция является одним из распространенных процессов в химической технологии. Экстракционные технологии применяют в фармацевтической, нефтеперерабатывающей промышленности, а также в атомной энергетике.

Согласно рекомендациям модельного закона «Об отходах производства и потребления» (принят постановлением на двадцать девятом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств – участников СНГ отработавшие химические источники тока, включая батареи (гальванические элементы) разового использования, аккумуляторы и аккумуляторные батареи подлежат особому регулированию в связи с содержанием в них таких тяжелых металлов, как ртуть, кадмий, свинец, и высокой потенциальной опасностью для окружающей среды.

Целью работы является анализ экспериментальных данных по извлечению и разделению кадмия и никеля при утилизации химических источников тока методом жидкостной экстракции.

Эффективное решение задачи создания экологической безопасности возможно лишь при комплексном подходе, которое на наш взгляд должно проявляться на всех стадиях включая проектирование, производство продукции, хранение, транспортировку, эксплуатацию и утилизацию. При решении экологических задач не менее важным, а может быть и определяющим является воспитательная мера внутренней убежденности человека в гуманном отношении к природе и всему живому.

Выбор никель-кадмиевых аккумуляторов связан с их распространенностью и широким использованием в портативных электронных устройствах. Огромный спрос на такие химические источники тока возник из-за того, что данные электрохимические системы имеют ряд преимуществ. В первую очередь это низкая стоимость, высокие токи отдачи и емкость, работа в широком диапазоне температур. Из-за уровня удельной концентрации кадмия и никеля около 15 % и 25 %, соответственно, эти аккумуляторы экономически привлекательны для вторичной переработки [1-2].

Для извлечения и разделения металлов применяли отработанные никель-кадмиевые батареи от телефонов *Samsung* (3.6 В, 300 мАч).

Выщелачивание батареи проводилось двумя способами: один – при использовании HCl, а другой – в смеси H₂SO₄ и H₂O₂. После снятия пластика, обмотки и соединительных проводов аккумулятор подвергали выщелачиванию в перегонной колбе.

Выщелачивание с HCl происходило при 40 °С в течение 10 ч. Выщелачивание с H₂SO₄ и H₂O₂, проводили при 70 °С в течение 2 ч. В обоих случаях полученные таким образом растворы отфильтровывали и переносили в колбы объемом 500 мл, которые затем доводили до метки дистиллированной водой. Концентрации Cd и Ni определялись с помощью атомно-абсорбционного спектрометра.

Приготовление ВДС осуществляли путем смешивания исходного раствора ПЭО-1500 (30 %) и водного раствора Na₂SO₄ (12 %) с различным количеством

КІ и соединений металлов. После смешивания предварительно определенных количеств ПЭО-1500 и Na_2SO_4 , ВДС перемешивали вручную в течение 5 мин, затем центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 минут и термостатировали при 25 °С 24 ч. Для определения концентрации Cd и Ni в верхней фазе (ВФ) и в нижней фазе (НФ) применялся метод атомно-абсорбционной спектроскопии.

Степень извлечения кадмия и никеля из аккумулятора, выщелоченного в HCl, в зависимости от концентрации КІ достигает значений Cd близких к 100.0 % при содержании иодида калия от 3 г/л и выше, при этом Ni извлекается с выходом около 1.0 %, при всех исследованных концентрациях КІ в верхней фазе.

Повышение степени извлечения Cd при увеличении концентрации КІ обусловлено образованием, по-видимому, анионных комплексов, с последующим преимущественным переходом таких соединений из нижней водносолевой фазы в верхнюю воднополимерную фазу, которая обогащена макромолекулами ПЭО-1500.

С увеличением концентрации КІ возрастает доля комплексов анионного типа, которые переходят в обогащенную сополимером верхнюю фазу, благодаря образованию гетеролигандных комплексов. Наличие отрицательного заряда у комплексов CdI_4^{2-} , CdI_5^{3-} также может способствовать переходу их в верхнюю фазу, благодаря наличию положительного заряда на полиэтиленгликоле.

Независимо от условий выщелачивания извлечение кадмия возрастает с увеличением концентрации КІ. До концентрации КІ 1.0 г/л при выщелачивании с HCl извлечение Cd немного выше, чем при использовании смеси H_2SO_4 и H_2O_2 . При концентрации КІ 2.0 г/л на извлечение металлов метод выщелачивания практически не влияет. При концентрации КІ ≥ 3 г/л степень извлечения составляет 99 %, что является максимальным значением и не зависит от использованного метода выщелачивания.

Эксперимент показал, что на экстракцию металлов в исследуемом диапазоне pH 1-6 кислотность раствора практически не влияет. Проведенное исследование показывает, что разделение металлов может быть достигнуто с использованием растворов ПЭО-1500 и Na_2SO_4 без корректировки значений pH, что делает метод более технологичным.

В результате проведенной работы установлено, что оптимальными условиями для извлечения кадмия и разделения металлов посредством их жидкостной экстракции из отработанных аккумуляторов являются концентрация экстрагирующего агента, добавленного к водной двухфазной системе, равная 3 г/л, а коэффициент разбавления раствора аккумулятора – 35, что дает значение степени извлечения кадмия 99 % в обогащенную полимером верхнюю фазу и 89 % Ni, который остаётся в водно-солевой нижней фазе.

Показано, что применение метода жидкостной экстракции для извлечения и разделения Ni и Cd из отработанных аккумуляторов может являться эффективным и экологически безопасным, соответствует принципам «зеленой химии».

Список литературы

1. Freitas M.B.J.G. , Penha T.R., Sirtoli S. , *Chemical and electrochemical recycling of the negative electrodes from spent Ni–Cd batteries // J. Power Sources.* – 2007. – No.163. – P.1114-1119.
2. Reddy B.R., Priya D.N., Park K.H., *Solvent extraction and separation of Cd(II), Ni(II) and Co(II) from chloride leach liquors of spent Ni–Cd batteries using commercial organo-phosphorus extradants // Sep. Purif. Technol.* – 2006. – Vol. 50. – P.161-166.

БИОРАЗЛОЖЕНИЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ РИСОВОЙ ШЕЛУХОЙ И ЕЕ ЗОЛОЙ

Е.М. Готлиб, Р.Ш. Нцуму, А.Р. Валеева, Е.С. Ямалеева,
Т.В. Вдовина, Е.В. Перушкина

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г Казань

Аннотация. Особый интерес представляет решение задачи ускорения биоразложения крупнотоннажных промышленных полимеров за счет их модификации, без ухудшения основных эксплуатационных характеристик. Этого можно достичь, при применении в качестве модификаторов биоразлагаемых природных добавок, обладающих в определенной степени способностью инициировать распад основного полимера. Такую роль может играть рисовая шелуха и ее зола, полученная сжиганием при 350 °С. Применение последней обуславливает рост износостойкости и твердости, и улучшение антифрикционных характеристик эпоксидных покрытий при ускорении их биодеградациии в почве после окончания срока службы.

Ключевые слова: рисовая шелуха, зола, биоразложение, эпоксидные смолы, эксплуатационные свойства, износостойкость, твердость, микромицеты, бактерии, почвенный микробиоценоз.

Введение

В настоящее время для создания различных изделий используются биоразлагаемые полимеры, как с коротким жизненным циклом, так и те, которые длительное время сохраняют эксплуатационные характеристики только в период потребления, а затем, под действием окружающей среды, претерпевают физико-химические и биологические превращения [1].

Следует отметить, что биодегградация в почве представляет собой наиболее естественный и экологически безопасный способ уничтожения отходов промышленности и сельского хозяйства. Почва характеризуется составом и численностью разных групп микробиоты (бактерии, водоросли, микроскопические грибы), их суммарной активностью, активностью биохимических процессов [2,3]. Микроорганизмы очень чуткие индикаторы, резко реагирующие на различные изменения в среде. После воздействия факторов антропогенного характера почва требует длительного периода восстановления и для мониторинга состояния почв перспективно использование показателей ферментативной и дыхательной активности микрофлоры, а также

идентификации микробных сообществ по определению фосфолипидных жирных кислот в составе клеточных мембран [4].

Проблема придания биоразлагаемости хорошо освоенным многотоннажным промышленным полимерам занимает важное место в современных исследованиях.

Одним из направлений создания полимерных материалов, способных разлагаться под действием факторов окружающей среды, в том числе микроорганизмов, является использование смесей синтетических полимеров с природными добавками, которые могут играть как роль наполнителя, так и модификатора, обеспечивая при этом фрагментацию макромолекулы синтетического полимера за счет собственной биодеструкции [5].

Для ускорения биоразложения эпоксидных полимеров, после окончания срока их эксплуатации, без ухудшения основных эксплуатационных характеристик [6], интересно [7], применять в качестве модификатора рисовую шелуху, которая способна играть роль природного биоразлагаемого наполнителя [8].

Экспериментальная часть

Для получения модифицированных композиций использовалась эпоксидная диановая смола ЭД-20 (ГОСТ 10587-84).

Отвердитель аминоалкилфенол (АФ-2) (ТУ 2494-052-0205423-2004) применялся в качестве сшивающего агента для холодного отверждения в количестве, определенном по эквимольному соотношению [эпокси группы]:[амин]. Отверждение ЭД-20 АФ-2 проводилось при комнатной температуре в течение 7 суток.

В качестве модификатора использовалась рисовая шелуха (РШ), ее зола (ЗРШ), полученная при температурах 350 °С (ЗРШ₁) и 800 °С (ЗРШ₂).

Перед использованием рисовая шелуха не подвергалась дополнительной обработке (измельчению и фракционированию).

Жизнеспособность эпоксидных композиций определяли по времени гелеобразования при комнатной температуре, равной 23 °С.

Гель-золь анализ эпоксидных покрытий проводился в аппарате Сокслета в кипящем ацетоне в течение 6 часов.

Адсорбция эпоксидной смолы на поверхности ЗРШ определялась, путем выдержки смеси ЭД-20 – наполнитель в ацетоне при комнатной температуре в течение 6 часов, с последующей фильтрацией раствора, сушкой и определением массы твердого осадка.

рН водных суспензий золы рисовой шелухи определяли методом рН-метрии с помощью комбинированного измерителя марки Seven Multi.

Износостойкость образцов измерялась на вертикальном оптиметре ИЗВ-1 при удельном давлении – 1 МПа, скорости скольжения – 1 м/сек, без смазки.

Твердость определялась по методу Шора ГОСТ 24621-91.

Коэффициент трения определяли на автоматизированной машине трения «Tribometer, CSM Instruments» (Швейцария), управляемой компьютером, по

стандартной схеме испытания «шарик-диск» (ASTM G99-959, DIN50324 и ISO 20808). Линейная скорость при испытании составляла 8,94 см/с, частота выборки – 10 Гц, температура – 25 °С, влажность – 20 %.

Способность к биоразложению материалов оценивали по изменению дыхательной активности почвы в присутствии модифицирующих добавок для полимерных образцов методом Штурма, который базируется на изучении кинетики выделения CO₂ из системы, содержащей погруженный в суспензию микроорганизмов-деструкторов образец испытываемого материала.

Определение дыхательной активности почвы предусматривает инкубирование при температуре 25 °С увлажненной почвы в присутствии исследуемого образца и регистрацию кинетических кривых выделения CO₂ почвенными микроорганизмами. Количество выделяющегося газа измеряют. В контрольном опыте исследуют почвенную суспензию, не содержащую добавку модификатора.

Биологическая активность микробиоты почвы в присутствии модифицирующей добавки проявляется в повышении интенсивности выделения CO₂ и указывает на доступность полимера для микробного сообщества, вызывающего его биодеструкцию.

Обсуждение результатов

Рисовая шелуха является наиболее доступным и экологичным возобновляемым сырьем, характеризующимся биоразлагаемостью[9]. При этом полученная ее сжиганием зола (ЗРШ) способна положительно влиять на эксплуатационные свойства эпоксидных материалов [10].

Использование золы рисовой шелухи для модификации отвержденных аминами эпоксидных смол приводит (табл. 1) к заметному росту их износостойкости и твердости.

При этом происходит улучшение антифрикционных свойств эпоксидных покрытий. Так, коэффициент трения их в результате модификации снижается. (табл.1, рис.1)

Таблица 1

Твердость, коэффициент трения величина износа эпоксидных полимеров

Состав композиции	Твердость, НД	Коэффициент трения	Износ, 10 ⁻⁶ м
ЗРШ ₁	35,0	0,190	12,5
ЗРШ ₂	34,2	0,075	13,0
Без модификатора	30,8	0,420	15,2

Примечание: содержание модификатора 10 мас.ч. на 100 мас.ч. ЭД-20.

Рост износостойкости и твердости эпоксидных покрытий при наполнении их золой рисовой шелухи обусловлен, в определенной степени, тем, что ЗРШ имеет пористую структуру и большую площадь поверхности, что способствует хорошему взаимодействию ее с полимерной матрицей [11].

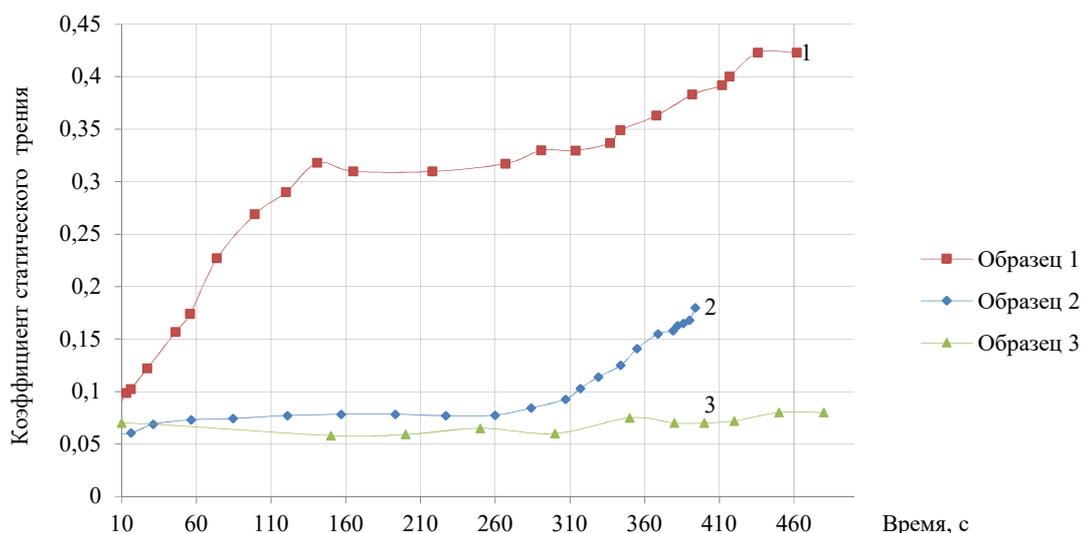


Рис. 1. Зависимости коэффициента статического трения от времени формирования контакта с отвержденным АФ-2 эпоксиполимером: 1 – не модифицированным, 2 – с 10 мас.ч. ЗРШ, полученной при 350 °С, 3 – с 10 мас.ч ЗРШ, полученной при 800 °С

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что ЗРШ ускоряет процесс отверждения эпоксидных композиций, на что указывает рост жизнеспособности (табл. 2). Это может быть связано с наличием силанольных групп на поверхности этого наполнителя. Кроме того, поверхность ЗРШ имеет щелочной характер[12], что способствует активации процесса раскрытия эпоксидных групп при отверждении аминами.

Таблица 2

Жизнеспособность и содержание гель-фракции модифицированных эпоксидных композиций

Тип модификатора	Жизнеспособность, мин	Содержание геля, %
ЗРШ ₁	41	86,1
ЗРШ ₂	38	87,4
Без модификатора	45	86,8

Примечание: содержание модификатора 10 мас.ч на 100 мас.ч ЭД-20.

В присутствии ЗРШ формируется менее плотная сетчатая структура, на что указывает данные гель-золь анализа (табл. 2), при учете нерастворимости в ацетоне ЗРШ.

Результаты оценки изменения дыхательной активности микробиоценоза почвы в присутствии модифицирующих добавок: рисовой шелухи (РШ) и ее золы (ЗРШ₁, ЗРШ₂) представлены в таблице 3.

Согласно полученным данным, внесение в почву рисовой шелухи обуславливает увеличение дыхательной активности почвенного микробиоценоза в 3,9 раза, по сравнению с этим показателем для контрольного образца почвы.

Полученные результаты свидетельствуют об использовании рисовой шелухи в качестве субстрата микроорганизмами почвы. Это связано с тем, что

РШ состоит на 82 % из органических веществ (целлюлозы и лигнина) и на 8-10% из кремнезема [12].

Таблица 3
Дыхательная активность почвы

Наименование образца	Количество выделившегося CO ₂ , мг CO ₂ – С/г в час
Почва (контрольный образец)	3,77
Почва +ЗРШ ₁	7,59
Почва +ЗРШ ₂	4,19
Почва +РШ	14,83

Внесение в почву золы рисовой шелухи, полученной при 350 °С (ЗРШ₁), обуславливает (табл.3) существенное увеличение ее дыхательной активности (практически в 2 раза).

Вероятно, это связано с составом ЗРШ₁, характеризующимся наличием большого количества рентгеноаморфной фазы и углерода, легко поддающимся утилизации почвенной микрофлорой.

Выявлено, что внесение золы рисовой шелухи, полученной при 800 °С (ЗРШ₂), обуславливает увеличение дыхательной активности почвы только примерно на 10 % (рис.2, табл.3) Это обусловлено преимущественным содержанием в ее составе диоксида кремния и других минералов [13].

Заключение

Применение золы рисовой шелухи, полученной при 350 °С, обуславливает рост износостойкости и твердости, и улучшение антифрикционных характеристик эпоксидных покрытий одновременно с ускорением их биodeградации в почве.

Таким образом, эпоксидные материалы, модифицированные золой рисовой шелухи, полученной при оптимальной температуре, могут эффективно эксплуатироваться и быстрее утилизироваться после окончания срока их службы.

Список литературы

1. Фомин В.А. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования / В.А. Фомин, В.В. Гузев // Пластические массы. – 2001. – № 2. – С. 42-46.
2. Шагинурова Г.И. Техническая микробиология / Г.И. Шагинурова, Е.В. Перушкина, К.Г. Ипполитов. – Казань, 2010. – 122 с.
3. Миндубаев А.З. Биodeградация как метод переработки отходов. Часть 1. Биodeградация ксенобиотиков / А.З. Миндубаев, Д.Г. Яхваров // Бутлеровские сообщения, 2013. – Т.34, №3. – С.1-37.
4. Хабибуллина А.Р. Мониторинг состояния почвы в процессах ее естественного и искусственного восстановления. В сборнике: Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов / А.Р. Хабибуллина, Е.В. Перушкина, А.С. Сироткин. – 2015. – С.124-125.

5. Смирнов В.Ф. Экологические и биологические аспекты деградации промышленных материалов микроорганизмами / В.Ф. Смирнов, А.П. Веселов, А.С. Семичева. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2002. – 99 с.
6. Pathak V.M. Review on the current status of polymer degradation: a microbial approach / V.M. Pathak // *Biore-sources and Bioprocessing*. – 2017. – Vol. 4. Issue 1. DOI: 10.1186/s40643-017-0145-9.
7. Роговина С.З. Биоразлагаемые полимерные композиции на основе синтетических и природных полимеров различных классов / С.З. Роговина // *Высокомолекулярные соединения, серия С*. – 2016. – Т. 58, № 1. – С. 68-80.
8. Бурындин Б.Г. XII Международная научно-технической конференция «Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики» (Екатеринбург, Россия, апрель, 2019) / Б.Г. Бурындин, А.В. Савиновских, А.В. Артёмов. – Екатеринбург, 2019. – С. 470–473.
9. Кириллов В.Н. Исследование влияния тепло-влажностного воздействия на свойства эпоксидных стеклотекстолитов / В.Н. Кириллов, Н.С. Кавун, В.П. Ракитина, Т.Э. Топунова, В.А. Ефимов, П.Ю. Машек // *Пластические массы*. – 2008. – № 9. – С. 14–17.
10. Nwosu-Obieogu Kenechi, Chiemenem Linus, Adekunle Kayode *Utilization of Rice Husk as Reinforcement in Plastic Composites Fabrication-A Review, American Journal of Materials Synthesis and Processing. Vol. 1, No. 3, 2016, pp. 32-36.*
11. Перспективные методы переработки рисовой лузги [Электронный ресурс]/https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6216, свободный
12. Земнухова Л.А., Сергиенко В.И., Каган В.С., Федорищева Г.А. Способ получения аморфного диоксида кремния из рисовой шелухи. Патент РФ 206 1656, 2009 г.
13. D.S. Chaudhary, M.C. Jollands & F. Cser. *Understanding rice hull ash as fillers in polymers: A review Silicon Chemistry 1: 281–289, 2002.*

ОСОБЕННОСТИ СНИЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Л.В. Москаленко

Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ,
г. Невинномысск

Аннотация. В статье представлены рекомендации по снижению выбросов N_2O в «хвостовых» газах. Применение рекомендаций позволит значительно снизить токсичные выбросы, подойти к решению данной экологической проблемы.

Проблемы экологии имеют большое значение в современном мире. Источниками вредных выбросов, сбросов и отходов является антропогенная деятельность человека. Современная промышленность и транспорт вносят негативный вклад в окружающую среду.

К одним из наиболее токсичных соединений можно отнести оксиды азота. Оксиды азота выделяются при сжигании различных видов топлив, работе транспорта, промышленности, процессов природного происхождения. Оксиды азота относятся к третьему классу опасности.

Отходящие, «хвостовые» газы азотнокислотных производств, наиболее значимые промышленные выбросы оксидов. В них могут содержаться оксиды (NO, NO₂, (N₂O₄), N₂O, N₂O₃). Перед выбросом этих газов они подвергаются очистке. [1]. Известны сорбционные и каталитические способы очистки. Абсорбционные способы используют в качестве абсорбента – щелочное поглощение (растворы соды, известкового молока и др.) и растворы кислот. Адсорбционные способы улавливания оксидов – использование в качестве адсорбентов силикагелей, цеолитов, активированных углей.

Наиболее эффективные и перспективные методы очистки это каталитические методы. На катализаторе восстановление оксидов до нетоксичных компонентов, ведется – водородом, СО, природным газом и селективное восстановление аммиаком.

Определение степени очистки газов осуществляется методами окисления оксидов азота до NO₂ различными окислителями, а затем в виде окрашенных комплексов определяется количественно фотометрически. Проведенные исследования, показали, что все используемые в промышленности, в настоящее время, методики определения суммы оксидов NO_x не определяют N₂O. В условиях проведения анализа на суммарное содержание оксидов азота NO_x, с использованием окислителей (CrO₃, H₂O₂, O₂), окисление N₂O не происходит, и он не идентифицируется. Это было подтверждено в работе, с использованием стандартной газовой смеси, содержащей N₂O [2]. В настоящее время имеются методы определения оксида азота N₂O, например, спектральный метод с использованием инфракрасной Фурье-спектроскопии.

В производстве азотной кислоты образование N₂O происходит по одной из реакций при контактном каталитическом окислении аммиака:



При селективной очистке «хвостовых» газов, восстановлении оксидов аммиаком, возможно образование продуктов неполного восстановления оксидов по реакции:



Оксид азота N₂O в отходящих газах производства азотной кислоты, не определяется. При этом он является более сильным (в сотни раз) парниковым газом чем диоксид углерода. Проблема очистки выбросов от этого оксида, является весьма актуальной т.к. он очень устойчив к окислителям, например, к кислороду воздуха, т.е. в атмосфере он не разрушается, достигает озоновый слой и разрушает его.

В настоящее время имеются работы, где исследуются факторы, влияющие на образование N₂O. Так проведено исследование работы реактора селективной каталитической очистки на катализаторе АВК-10М [3]. Показано, что на образование N₂O в реакторе влияют избыток аммиака на восстановление, а так

же температура процесса в реакторе. Предложены оптимальные условия процесса селективной очистки для снижения N_2O .

В научной литературе приводятся исследования, применение которых позволило бы снизить выход N_2O :

- применение современных катализаторов контактного окисления аммиака, позволяющего снижать образование N_2O в конверторе;
- использование катализаторов термического разложения N_2O , после катализаторных сеток контактного окисления аммиака;
- разложение оксида на катализаторах, содержащих (Rh, Ir, Co, Fe, Ni);
- восстановление на железосодержащих цеолитах.

Вывод:

- необходимо применение метода контроля «хвостовых» газов на N_2O ;
- проведение на агрегатах по производству азотной кислоты работ по определению оптимального режима на действующих катализаторах;
- использование исследовательских данных по снижению N_2O в «хвостовых» газах;
- использование новых, современных катализаторов, позволяющих снизить N_2O .

Список литературы

1. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М.: Бюро НТД, 2015. – 909 с.

2. Москаленко Л.В. Научная мысль Кавказа: Приложение / Л.В. Москаленко, В.П. Колесников [и др.] – Ростов-на Дону, № 11, 2003 – 124с.

3. Пешкова Л.В. Особенности образования и распределения оксида азота (I) в технологических потоках производства неконцентрированной азотной кислоты / Л.В. Пешкова, Н.А. Степовая. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2009. – 109 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД

Н.В. Ляшенко, В.А. Лепихова, С.Г. Шестак

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)

имени М.И. Платова,

г. Новочеркасск

Аннотация. Проведен анализ применяемых хлорсодержащих технологий обеззараживания природных вод с точки зрения обеспечения экологической и производственной безопасности. Обоснован комплексный подход при выборе дезинфектанта.

Хлорсодержащие дезинфектанты остаются на сегодняшний день приоритетными в процессе обеззараживания природных вод в системах

водоснабжения. Это обусловлено тем, что активный хлор – бактерицидный агент хлорсодержащих технологий, является мощным окислителем с широким спектром противомикробного действия, а главное, обладает пролонгированным действием, сохраняя свою активность длительное время [1]. Пролонгированность действия хлорсодержащих дезинфектантов делает их незаменимыми для защиты очищенной воды от возможного заражения при транспортировке к потребителям в протяженных сетях с большим износом.

Наиболее распространенным из хлорсодержащих препаратов в технологии биоцидной обработки воды по доступности и длительности применения остается жидкий хлор, поставляемый на очистные сооружения с заводов-изготовителей. В дальнейшем испарение, механическая очистка, дозирование и растворение хлора в воде осуществляется в хлораторах. Хлорирование производится выходящей из хлоратора хлорной водой или газообразным хлором, который смешивается с обрабатываемой водой в специальных устройствах (эжекторах).

В процессе функционирования очистных сооружений водоподготовки, имеющих в составе хлораторы, в атмосферный воздух поступает до 4 % от общего количества газообразного хлора [2]. Эксплуатационные выбросы хлора главным образом осуществляются от организованных источников в следствие недостатков в работе хлораторной, блоков фильтров и дефлекторов резервуаров, а также от неорганизованных из-за неплотностей оборудования и коммуникаций.

Наибольшую опасность представляют аварийные выбросы газообразного хлора при разрушении ёмкостей для хранения жидкого хлора, в результате которых на территории очистных сооружений и даже за их пределами может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях.

В настоящее время в России также осуществляются мероприятия по сокращению числа объектов, использующих жидкий привозной хлор. Один из альтернативных дезинфектантов – гипохлорит натрия, широко применяется в последнее время в технологии обеззараживания воды на очистных сооружениях средней производительности. Обеззараживание воды электролитически полученным гипохлоритом натрия является, по сути, разновидностью хлорирования, так как в обоих случаях образуются одни и те же бактерицидные агенты NClO и ClO^- .

Гипохлорит натрия, особенно получаемый электролизом подземных минерализованных или морских вод, при обеззараживании воды с высоким содержанием микроорганизмов не только не уступает молекулярному хлору, но и нередко превосходит его: полное обеззараживание наступает при дозе по активному хлору 0,8 мл/л, в то время как при такой же дозе в случае обычного хлорирования бактерицидный эффект составляет лишь 97-98 %.

Производство гипохлорита натрия на месте использования исключает зависимость от большого объема поставок химических реагентов (кроме поваренной соли), а также исключает проблемы с транспортировкой, хранением и дозированием. Отмечая ряд несомненных достоинств обеззараживания воды гипохлоритом натрия (ликвидация хранилищ жидкого хлора в черте города,

отказ от применения подщелачивающего реагента и др.), необходимо отметить и ряд недостатков. Это, прежде всего, повышенный расход поваренной соли, обусловленный низкой (не более 10-20 %) степенью ее разложения. Остальные 80-90 % в виде балласта поступают в обрабатываемую воду, несколько ухудшая ее качество. В случае снижения концентрации рабочего раствора (ради экономии соли) возрастают затраты электроэнергии и расход анодных материалов. Поэтому при сравнительном анализе стоимости обеззараживания хлором и гипохлоритом натрия (без учета затрат на дехлорирование) часто предпочтение отдает хлору.

Также необходимо отметить потенциальную опасность водорода, который образуется при электролизе раствора поваренной соли. На 45 кг активного хлора образуется 1,3 кг водорода, который должен быть удален для снятия угрозы взрыва. Поскольку нижний порог взрывоопасности водорода составляет 4 %, должно быть обеспечено удаление 0,25 м³/мин водорода на 45 кг суточной производительности по хлору. В то же время, согласно [3], максимальный радиус зоны возможных разрушений при взрыве водорода-воздушной смеси (4 м) не выходит за пределы производственного помещения. Разрушение оборудования возможно в радиусе до 0,67 м, а частичное повреждение – в радиусе до 2 м. Это объясняется тем, что объем водорода, который одновременно может находиться в системах электролизеров, эксплуатирующийся на объектах, не превышает 2-3 м³, что в пересчете на массу составляет 180-270 г. Тем не менее взрывоопасный водород должен непрерывно удаляться из системы в безопасных концентрациях ($\leq 1\%$ об) с помощью принудительной вентиляции.

Объекты, использующие газообразный хлор должны соответствовать требованиям Федерального закона №116-ФЗ [4], так как относятся к категории опасных производственных объектов (ОПО), подконтрольных Ростехнадзору. Объект, где получается или используется гипохлорит также идентифицируется как ОПО (Приложение 1 к [4]).

Помимо реальной экологической и техногенной опасности применение хлора или гипохлорита натрия приводит к образованию токсичных хлорорганических соединений (ХОС). Избежать образования тригалометанов при взаимодействии дезинфектанта с органическими веществами в обрабатываемой воде позволяет применение диоксида хлора для целей обеззараживания, который широко распространен в Европе и США. К преимуществам диоксида хлора можно также отнести высокую окислительную и бактерицидную активность, дезинфицирующее действие в широком интервале рН, способность снижать концентрации железа и марганца в воде, дезодорирующий эффект за счет разрушения фенолов, создающих неприятные вкусы и запахи воду, обладает пролонгированным действием. Но диоксида хлора восстанавливает до хлорит-ионов содержащиеся в воде примеси в количестве 70-80 % от введенной дозы диоксида хлора, приводя к их превышению установленных российскими санитарными нормами ПДК 0,2 мг/дм³ в 3-5 раза. Данный аспект ограничивает применения в качестве дезинфектанта диоксида хлора в чистом виде. Для окисления хлорит-ионов ряд авторов предлагает

сочетать диоксид хлора с хлором [5], что приводит к удорожанию процесса водоподготовки. При этом комплексный препарат сочетает достоинства обоих дезинфектантов и лишен недостатков каждого из них в отдельности.

Производство комплексного дезинфектанта на месте потребления в виде водного раствора основан на химическом взаимодействии хлората натрия и поваренной соли в присутствии серной кислоты. Объекты, на которых используются, хранятся и транспортируются неорганические жидкие кислоты, в соответствии с приказом Ростехнадзора №559 от 21.11.2013, отнесены к химически опасным производственным объектам.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что в настоящее время обеспечение длительное время нормативных санитарно-гигиенических показателей в системе водоснабжения достигается применением хлорсодержащих технологий обеззараживания. При использовании хлорсодержащих препаратов невозможно обеспечить абсолютную экологическую и производственную безопасность. Выбор дезинфектанта должен основываться на тщательном сопоставлении показателей технико-экономической эффективности, надежности и экологической безопасности процесса применительно к конкретным условиям.

Список литературы

1. *Ажгиревич А.И. Гомогенные и гетерогенные катализаторы в технологиях химико-биоцидной очистки воды / А.И. Ажгиревич, В.В. Гутенев, И.А. Денисова, Т.И. Дровозова, Н.В. Ляшенко, В.Н. Чумакова, В.В. Денисов // Экология урбанизированных территорий. – 2007. – № 3. – С. 13-21.*

2. *Игнатъева С.Н. Проблема эксплуатационных и аварийных выбросов хлора на очистных сооружениях водопровода / С.Н. Игнатъева, И.А. Денисова, В.В. Гутенев, Н.В. Ляшенко В.В. Денисов // Экология урбанизированных территорий. – 2006. – № 4. – С. 52-57.*

3. *Головачев А.В. Применение гипохлорита натрия при обеззараживании воды / А.В. Головачев, Е.М. Абросимова// Водоснабжение и сан. техника. – 2009. – №4. – С. 8-12.*

4. *О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон №116 от 21.07.1997.*

5. *Веселовская Т.Г. Практика внедрения высокоэффективного, экономичного и безопасного комбинированного дезинфектанта «диоксид хлора и хлор» в системы водоподготовки / Т.Г. Веселовская, И.А. Семенов, Т.Е. Стахровская, М.А. Антюфеев // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2010. – № 4 (28). – С. 56-61.*

ПОДГОТОВКА СВАЛОЧНОГО ГАЗА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЭНЕРГОЦЕНТРЕ

Е.А. Зиле

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
г. Москва

Аннотация. В статье рассматривается процесс очистки свалочного газа от сероводорода методом жидкофазного окисления. В качестве катализатора используется хелатный комплекс железа (III). Метод уникален тем, что используется биологически чистый регенерируемый катализатор, не требуется высокое давление и температура газовой смеси, а также наблюдается высокая эффективность очистки от сероводорода.

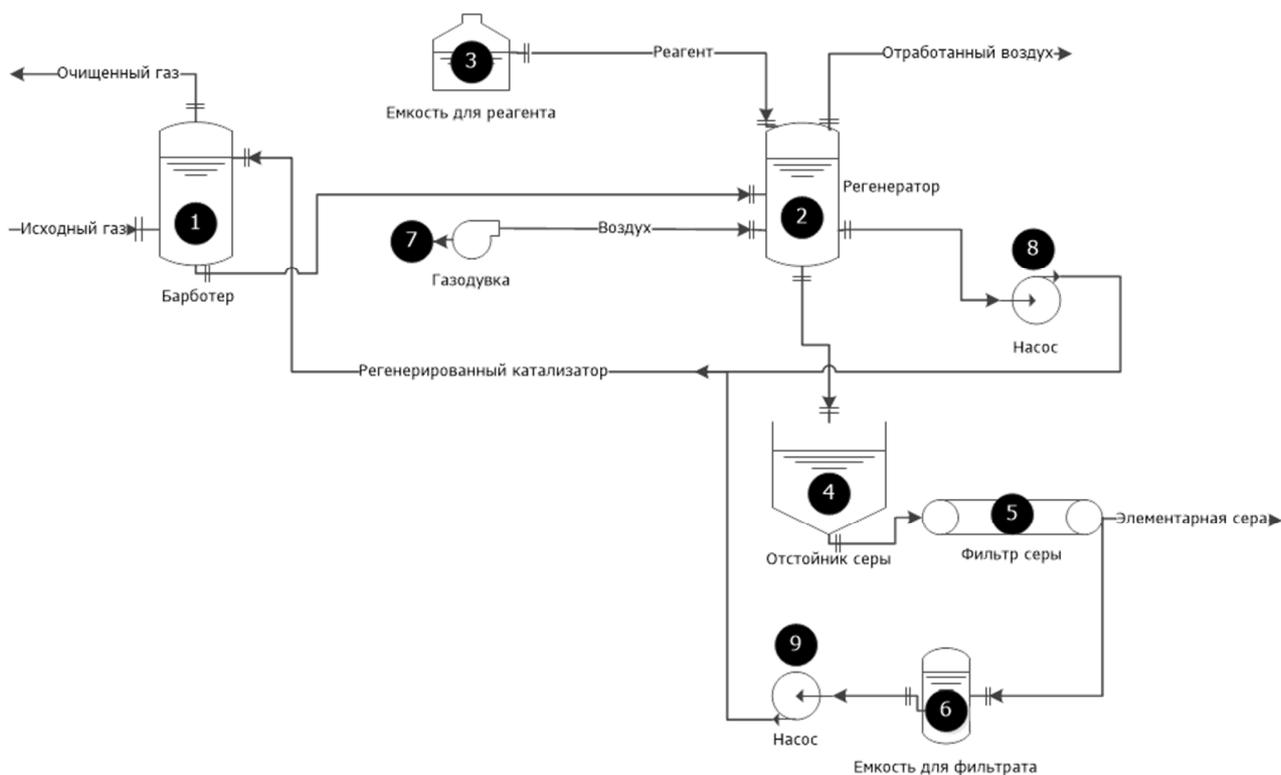
Свалочный газ – это продукт разложения органических веществ в анаэробных условиях на полигонах ТБО. Обычно такой газ состоит из метана (50-55 %), углекислого газа (45-50 %) и различных неорганических соединений, таких как силоксаны и сероводород (менее 1 %). На сегодняшний день полигоны ТБО являются третьими по объему источниками техногенного метана. В среднем на 1 тонну ТБО образуется 4,46 м³/год [1] свалочного газа с теплоемкостью 5 кВт ч/м³ [1], что делает мусорный газ очень ценным калорийным топливом. Из него можно извлекать энергию и использовать на поршневых и турбинных установках для генерации электричества и тепловой энергии.

Сбор свалочного газа с тела полигона происходит посредством установки системы скважин и трубопроводов, которые доставляют свалочный газ в специальные коллекторы путем нагнетания. В среднем температура свежего свалочного газа составляет порядка 40 °С с относительной влажностью 80-90%. При его сборе в коллекторы и транспортировке по трубопроводам газ охлаждается, вследствие чего образуется свалочный конденсат. Он отводится специальными конденсатоотводчиками, которые устанавливаются в низших точках трубопроводной системы.

Прежде чем использовать свалочный газ на энергоцентре требуется его специальная подготовка. Газ под давлением поступает в скрубберы, где удаляются остатки мелкодисперсной пыли. Содержание сероводорода в таком газе может привести к тому, что в двигателях, генерирующих электричество, вследствие реакции может образоваться сера, которая будет засорять установку и мешать ей правильно функционировать.

Существует большое количество методов по удалению сероводорода из свалочного газа. К ним относятся адсорбционные и абсорбционные процессы. Следуя современной концепции устойчивого развития целесообразно применять абсорбционные процессы, так как в таких методах используемый реактив или катализатор можно восстановить многократно.

Особое внимание стоит уделить жидкофазной технологии очистки свалочного газа от серы. Она основана на преобразовании сероводорода до элементарной серы в жидкой фазе, через которую пропускается сырой свалочный газ (см. рисунок).



Технология жидкофазной очистки газа от H₂S

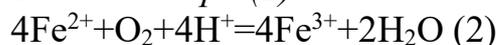
В качестве жидкой фазы выступает раствор катализатора на основе хелатных соединений железа, который впоследствии регенерируется кислородом воздуха. В качестве лигандов используются комплексоны, охватывающие ион железа. Чаще всего используются этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) и нитрилтриуксусная кислота (НТА).

1 этап – окисление серы (1):



Ион железа выступает в качестве окислителя, сера – в качестве восстановителя. Взаимодействие ионов железа с другими компонентами газа практически не происходит, так как они реагируют избирательно. По реакции образуется мелкодисперсная сера, которую потом удаляют фильтрованием.

2 этап – регенерация катализатора (2):



Кислород выступает в качестве окислителя, ион железа – восстановителя. Железо приобретает степень окисления 3+, и регенерируемый катализатор отправляется опять на 1 этап процесса.

Свалочный газ поступает в барботер 1, где пропускается через жидкий катализатор, очищаясь от сероводорода и небольшого количества углекислого газа. На выходе из барботера 1 газ пропускается через туманоуловитель или сразу отправляется в коллектор. Катализатор вместе с растворенной мелкодисперсной серой по трубопроводу попадает в регенератор 2, где с помощью кислорода воздуха железо (II) переходит в железо (III), при этом сера начинает отстаиваться в нижней части регенератора, а потом уже поступает в отстойник серы 4. На следующем этапе в фильтре 5 отделяется мокрая сера от

жидкости катализатора, выдавливается в виде пластичной массы, а отделенный катализатор опять поступает в барботер.

Часть катализатора выводится из системы вместе с элементарной серой, также хелатирующий агент разрушается при регенерации катализатора, поэтому требуется периодически обновлять раствор.

Жидкофазный метод очистки газа от сероводорода обладает высокой селективностью (99 %). В дальнейшем уже очищенный газ отправляется в коллекторы до последующего использования на энергоцентре. Отделяемая сера может впоследствии использоваться в качестве капсулянта для производства пролонгированных удобрений.

Преимуществами данной технологии является то, что используется экологически чистый катализатор, не требуется высокое давление или нагрев свалочного газа. Стоит отметить, что реакция катализатора с сероводородом протекает необратимо, что облегчает процесс очистки.

Список литературы

1. *LFG Energy Project Development Handbook* URL: <https://www.epa.gov/lmop/landfill-gas-energy-project-development-handbook> (дата обращения: 09.12.2020)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФУЗОРИЙ *PARAMESCIUM*

В.В. Пряничникова, Н.С. Шулаев, Р.Р. Кадыров, И.В. Овсянникова
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
г. Стерлитамак

Аннотация. В докладе рассматривается проблема оценки токсичности загрязненных почв при проведении их электрохимической очистки. Приводится описание и результаты определения биотоксичности выщелоченного нефтезагрязненного чернозема, подвергавшегося предварительному воздействию электрического тока.

Электрохимическая очистка нефтезагрязненных грунтов является одним из современных почвовосстановительных методов, позволяющих эффективно трансформировать и удалять загрязняющие вещества [1]. Однако иногда в результате сложных физических и химических процессов, индуцируемых воздействием электрического тока, в почве могут образовываться и токсичные промежуточные вещества, продукты неполного окисления органики. Поэтому важным является контроль токсичных свойств почвы для предотвращения вторичного загрязнения и своевременной коррекции технологических параметров процесса электрообработки [2].

Один из вариантов оценки токсичности очищенной почвы - применение живых тест-объектов (инфузорий *Paramecium caudatum*). Эти организмы

подходят для определения токсичности сточных вод и водных вытяжек различных веществ.

Авторами использовалась экспресс-методика оценки токсичности электрохимически очищенной нефтезагрязненной почвы с применением прибора «Биотестер-2М» [3].

Для анализа токсичности использовалась модельная нефтесодержащая почва, которую подвергали воздействию электрического тока (сила тока 0,8А, время воздействия – 90 мин, степень очистки от нефтепродуктов, определенная методом ИК-спектрометрии, – 77 %). Для приготовления модельной среды выщелоченный чернозем загрязнялся 1,1 мг нефти и 408,9 мг пластовых вод (на 1 кг почвы). Контролем служила среда Лозина-Лозинского, содержащая по 0,1 г хлоридов натрия, калия, кальция и сульфата магния, а также 0,2 г гидрокарбоната натрия, растворенных в 1 л дистиллированной воды. Она же применялась и для разбавления при тестировании.

В кювету вносили по 2 мл взвеси инфузорий, затем 0,35 мл раствора поливинилового спирта, на который наливали водную вытяжку из электрохимически очищенной почвы, избегая ее перемешивания с нижним слоем. Пробы оставляли на 30 мин, после чего проводили определение количества инфузорий в верхнем слое при помощи прибора.

Полученные данные использовали для расчета индекса токсичности среды по формуле:

$$T = \frac{|I_{\text{срк}} - I_{\text{сра}}|}{I_{\text{срк}}} K, \quad (1)$$

где $I_{\text{срк}}$ – среднее значение показаний прибора для контроля, у.е.;

$I_{\text{сра}}$ – среднее значение показаний прибора для анализируемых проб, у.е.;

K – коэффициент разбавления пробы.

В результате индекс токсичности нефтезагрязненной почвы после проведения электрохимической обработки составил 0,39, что соответствует I группе токсичности и свидетельствует о допустимой степени токсичности. Таким образом, в данном случае можно говорить об отсутствии вторичного загрязнения грунта и целесообразности применения подобной технологии ремедиации.

В настоящее время продолжают исследования токсичности различных по свойствам нефтезагрязненных грунтов до и после проведения электрохимической очистки.

В целом рассматриваемая методика оценки токсичности может успешно применяться для контроля качества почв очищаемых площадей, а также дополняться другими методами биотестирования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-24041.

Список литературы

1. Мешалкин В.П. Экспериментально-теоретический инжиниринг энергоэффективного электрохимического процесса очистки почвы от нефтяных загрязнений / В.П. Мешалкин, Н.С. Шулаев, В.В. Пряничникова // Доклады Российской Академии наук. – 2020. – Т. 491. – С. 15-19.

2. Н.С. Шулаев Оценка изменения фитотоксичных свойств нефтезагрязненных почв по показателям всхожести и длины проростков *leridium sativum* l. после электрохимической очистки / Н.С. Шулаев, В.В. Пряничникова, Р.Р. Кадыров, Н.А. Быковский, Р.М. Даминева // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8, № 4 (29). – С. 103-107.

3. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.2-98. Методика определения токсичности воды по хемотоксической реакции инфузорий. Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. – СПб.: Спектр-М, 1998. – 15 с.

АНАЛИЗ МАКРОКОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В П. ПЛОЩАДКА НА ТЕРРИТОРИИ Г. УЛАН-УДЭ

Т.В. Чередова¹, С.Г. Дорошкевич¹, Е.С. Ануфриева²

¹ Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Улан-Удэ

² АО «Улан-Удэнский авиационный завод»,
г. Улан-Удэ

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены результаты мониторинга подземных вод на участке захоронения золошлаковых и строительных отходов в п. Площадка г. Улан-Удэ Республики Бурятия. Проанализировано содержание гидрокарбонатов, карбонатов, сульфатов, хлоридов, ионов кальция, магния, натрия, калия, кремниевой кислоты и общей минерализации подземных вод в фоновой и контрольной скважинах за период 2012-2018 гг. Показано отсутствие явного техногенного воздействия объекта размещения отходов на макрокомпонентный состав подземных вод.

На территории г. Улан-Удэ сложилась достаточно сложная обстановка с объектами захоронения отходов, и если отходы, подобные коммунальным, могут размещаться пока еще на действующем полигоне ТКО, то промышленные отходы для дальнейшего обращения (обезвреживания, утилизации, размещения) предприятия вынуждены передавать сторонним организациям, зачастую расположенным за пределами республики. Передача отходов I-III классов опасности, согласно федерального классификационного каталога отходов, для обезвреживания и утилизации экологически, да и экономически обоснована, а вот увозить промышленные отходы, относящиеся к IV-V классам, в другие регионы для захоронения технически сложно, учитывая значительные объемы их образования.

Для решения данной проблемы одно из крупных промышленных предприятий г. Улан-Удэ в лице АО «Улан-Удэнский авиационный завод» в

2011 году запросило на условиях аренды земельный участок на территории отработанного глиняного карьера Улан-Удэнского месторождения глины с целью его рекультивации с помощью золошлаковых и строительных отходов IV-V классов опасности. Рассматриваемое месторождение глины было разведано в 1953-1954 гг. В настоящее время карьер полностью выработан, добыча глины не осуществляется, а сам карьер как месторождение полезных ископаемых не состоит на учете в Госкадастре месторождений и проявлений полезных ископаемых. В геолого-структурном плане отработанное Улан-Удэнское месторождение глины расположено в пределах Удинской межгорной впадины. В геоморфологическом отношении участок расположен на правом берегу р. Уда, на поверхности холмисто-увалистого предгорья хребта Улан-Бургасы. Средний геологический разрез месторождения: от 0,0 до 0,23 м – растительно-почвенный слой; 0,23-0,70 м – вскрышные породы: валуны, галька с супесчаным заполнением; 0,23-0,70 м – 12,20-14,50 м – глина. Рекультивация отработанных карьеров с помощью малоопасных и неопасных отходов допустима согласно п.п. 7.1-7.4 СП 2.1.7.1038-01 [1] при наличии проекта рекультивации. На предприятии был разработан проект рекультивации нарушенного земельного участка, согласно которому были выделены технический и биологический этапы. Общий срок рекультивации, согласно проекту, составил 10 лет. Площадь участка размещения отходов 4,51 га. Технология рекультивации состоит из разгрузки отходов начиная с нижней отметки с послойным заполнением карьера по высоте. Послойная изоляция не предусмотрена, так как компонентный состав отходов не включает в себя разлагающихся органических веществ. Отходы уплотняются слоями до 0,5 м тяжелым бульдозером. С целью пылеподавления на участке работает поливочная машина. В настоящее время участок еще используется для размещения отходов. Согласно проекту рекультивации среднегодовое количество отходов, поступающих на участок составляет 22324 т/год (21862,5 м³/год), в том числе мусор строительный - 2000 т/год (1538,5 м³/год), золошлаковые отходы – 20324 т/год (20324,0 м³/год). Мусор строительный включает в себя смет с территории, отходы рубероида, гипса, цемента, отходы литейных форм, лом шамотного кирпича, отходы базальтового волокна и другие инертные строительные материалы.

С целью контроля за состоянием подземных вод на предприятии ведется регулярный мониторинг качества грунтовых вод. Объектом мониторинга являются напорные воды нижнемеловых отложений, представленных трещиноватыми алевролитами. В верхней части разреза водоносный горизонт перекрыт выветрелыми до глинистого состояния алевролитами. Качество грунтовых вод контролируют периодически через две наблюдательные скважины, пробуренные за пределами участка на глубину 15 м. Скважина № 1 (скв. 1) – фоновая скважина, заложена выше по потоку подземных вод перед накопителем отходов, скважина № 2 (скв. 2) – контрольная скважина, заложена ниже по потоку подземных вод после накопителя отходов. Наблюдения за состоянием подземных вод на участке складирования отходов выполнялись в мае после завершения снеготаяния и оттаивания сезонной мерзлоты (весна) и

сентябре, после летних дождей (осень). Отбор проб проводился согласно требованиям, установленным ГОСТ 51592-2000. Исследования проводились в аккредитованной лаборатории ГП «Республиканский аналитический центр».

В процессе исследования были изучены следующие макрокомпоненты подземных вод: гидрокарбонат-ион (HCO_3^-), карбонат-ион (CO_3^{2-}), сульфат-ион (SO_4^{2-}), хлорид-ион (Cl^-), ионы кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}), натрия (Na^+) и калия (K^+). Также было проанализировано содержание кремниевой кислоты (SiO_2) и общей минерализации подземных вод. Согласно результатам лабораторных исследований, подземные воды в скважинах по классификации О.А. Алёкина [2] могут быть отнесены к гидрокарбонатно-кальциевому типу. Макрокомпонентный состав подземных вод за период наблюдений представлен в таблице. В качестве критерия качества подземных вод были приняты гигиенические нормативы предельно-допустимых концентраций для водных объектов культурно-бытового водопользования ($\text{ПДК}_{\text{сан-гигиен.}}$) [3] и для водных объектов рыбохозяйственного значения ($\text{ПДК}_{\text{рыб-хоз}}$) [4].

Макрокомпонентный состав подземных вод в районе размещения промышленных отходов в п. Площадка (г. Улан-Удэ)

Номер скважины	Год отбора проб	Сезон отбора проб	Концентрация макрокомпонентов, мг/дм ³							SiO_2 , мг/дм ³	Минерализация, мг/дм ³	
			HCO_3	SO_4	Cl	CO_3	Ca	Mg	Na			K
$\text{ПДК}_{\text{рыб-хоз}}$ [4]			-	100	300	-	180	40	120	50	10	-
$\text{ПДК}_{\text{сан-гигиен.}}$ [3]			-	500	350	-	-	50	200	-	-	1000
скв.1	2012	Весна	439,0	200,40	60,00	<5,0	109,70	45,45	87,30	1,80	2,55	946,87
скв.1	2012	Осень	424,0	138,06	44,00	<5,0	95,88	41,82	76,05	2,38	11,44	835,76
скв.2	2012	Весна	258,0	75,92	47,50	<5,0	80,60	20,78	39,00	1,44	3,15	526,94
скв.2	2012	Осень	266,0	60,20	50,50	<5,0	69,27	18,10	32,82	1,99	14,48	514,13
скв.1	2013	Весна	397,0	128,50	68,00	<5,0	76,18	36,09	94,42	2,60	5,95	809,64
скв.1	2013	Осень	395,0	249,52	54,60	<5,0	100,92	46,03	81,21	2,69	13,90	945,04
скв.2	2013	Весна	244,0	48,67	51,00	<5,0	58,69	17,05	38,63	1,95	6,75	468,72
скв.2	2013	Осень	230,0	62,52	47,80	<5,0	64,37	17,97	32,10	1,88	17,24	475,00
скв.1	2014	Весна	403,0	195,90	74,80	<5,0	108,62	41,20	93,54	2,55	14,59	940,26
скв.1	2014	Осень	349,0	164,82	36,40	<6,0	85,80	37,05	70,44	2,19	13,28	760,76
скв.2	2014	Весна	216,0	84,31	61,40	<5,0	80,28	20,53	35,14	1,99	17,12	521,87
скв.2	2014	Осень	235,0	86,31	40,00	<6,0	70,00	19,96	32,59	1,90	16,68	503,26
скв.1	2015	Весна	348,0	162,35	42,30	15,0	89,20	37,78	83,08	2,36	11,25	792,42
скв.1	2015	Осень	230,0	185,13	95,00	<6,0	79,73	37,00	78,91	2,40	11,78	720,72
скв.2	2015	Весна	238,0	78,36	54,00	<6,0	83,03	20,25	36,59	1,92	15,68	528,39
скв.2	2015	Осень	234,0	87,03	85,00	<6,0	81,76	23,66	40,04	2,10	16,03	570,36
скв.1	2016	Весна	365,7	201,70	83,77	<6,0	102,10	46,69	93,10	2,53	12,15	946,84
скв.1	2016	Осень	372,0	171,00	65,00	<6,0	93,20	45,00	83,70	3,50	13,40	856,00
скв.2	2016	Весна	213,3	119,60	59,57	<6,0	76,20	21,58	35,60	2,22	19,46	548,21
скв.2	2016	Осень	240,0	95,10	71,00	<6,0	90,10	25,00	40,00	2,50	17,00	589,00
скв.1	2017	Весна	397,0	148,00	88,00	<6,0	100,00	45,00	93,00	2,70	11,70	886,00

Продолжение таблицы												
скв.1	2017	Осень	351,0	174,00	96,00	<6,0	94,00	42,00	85,00	2,90	13,30	-
скв.2	2017	Весна	220,0	61,00	69,00	11,7	81,00	23,00	39,00	2,10	13,30	521,00
скв.2	2017	Осень	227,0	97,00	77,00	<6,0	87,00	24,00	37,00	2,50	17,00	-
скв.1	2018	Весна	340,0	189,00	119,0	<6,0	94,00	42,00	89,00	2,70	10,70	870,00
скв.1	2018	Осень	349,0	190,00	81,00	<6,0	97,00	50,00	83,00	2,30	10,90	870,00
скв.2	2018	Весна	200,0	87,00	67,00	20,0	78,00	23,00	40,00	2,50	14,70	580,00
скв.2	2018	Осень	241,0	95,00	72,00	<6,0	88,00	27,00	40,00	2,10	14,30	580,00
скв.1	сред. знач		368,6	178,5	72,0	-	94,7	42,4	85,1	2,5	11,2	860,0
скв.2	сред. знач		233,0	81,3	60,9	-	77,7	21,6	37,0	2,1	14,5	532,8

Примечание. Жирным выделены показатели, превышающие норму ПДК.

Анализ макрокомпонентного состава подземных вод показал относительную стабильность концентраций веществ за период наблюдений. Превышения санитарно-гигиенических нормативов ПДК выявлено не было. Превышения рыбохозяйственных нормативов ПДК наблюдаются в ряде случаев по сульфат-иону и иону магния (рис.). Концентрация сульфат-иона превышает нормы ПДК_{рыб-хоз} в фоновой скважине за весь период наблюдений, максимальное превышение было зафиксировано в осенний период 2013 года – до 249,52 мг/дм³ (2,5ПДК_{рыб-хоз}), в контрольной скважине превышение ПДК_{рыб-хоз} было зафиксировано только в весенний период 2016 года – до 119,6 мг/дм³ (1,1ПДК_{рыб-хоз}). С ионами магния ситуация аналогичная: превышения ПДК_{сан-гигиен} не выявлено, превышения ПДК_{рыб-хоз} наблюдаются только в фоновой скважине, максимальное превышение ПДК_{рыб-хоз} было зафиксировано в осенний период 2018 года – до 50 мг/дм³ (1,25ПДК_{рыб-хоз}).

Выявлено, что усредненное значение концентраций веществ в фоновом створе выше, чем в контрольном. Такая тенденция ярко выражена для всех показателей за исключением кремниевой кислоты, концентрация которой возрастает от фоновой скважины к контрольной. Снижение концентрации макрокомпонентов по потоку грунтовых вод от фоновой к контрольной скважине свидетельствует о поглощении растворенных ионов макрокомпонентов горной породой (грунтом), выступающим в качестве фильтрационного тела. Согласно инженерно-геологическим изысканиям, проводимым при разработке проекта рекультивации нарушенного земельного участка в п. Площадка [5], основанием котлована для складирования отходов являются алевролиты (глины) желтого и серого цвета. Данная пластовая залежь распространена на всей площади карьера. Таким образом, при перемещении грунтовых вод, алевролиты связывают макрокомпоненты, но при этом вымывается кремниевая кислота, входящая в состав самих алевролитов. Кроме того, для кремниевой кислоты характерна и сезонная зависимость – как правило, в весенний период концентрация кремниевой кислоты ниже, по сравнению с осенним периодом, что может быть связано её дополнительной инфильтрацией, вызванной атмосферными осадками.

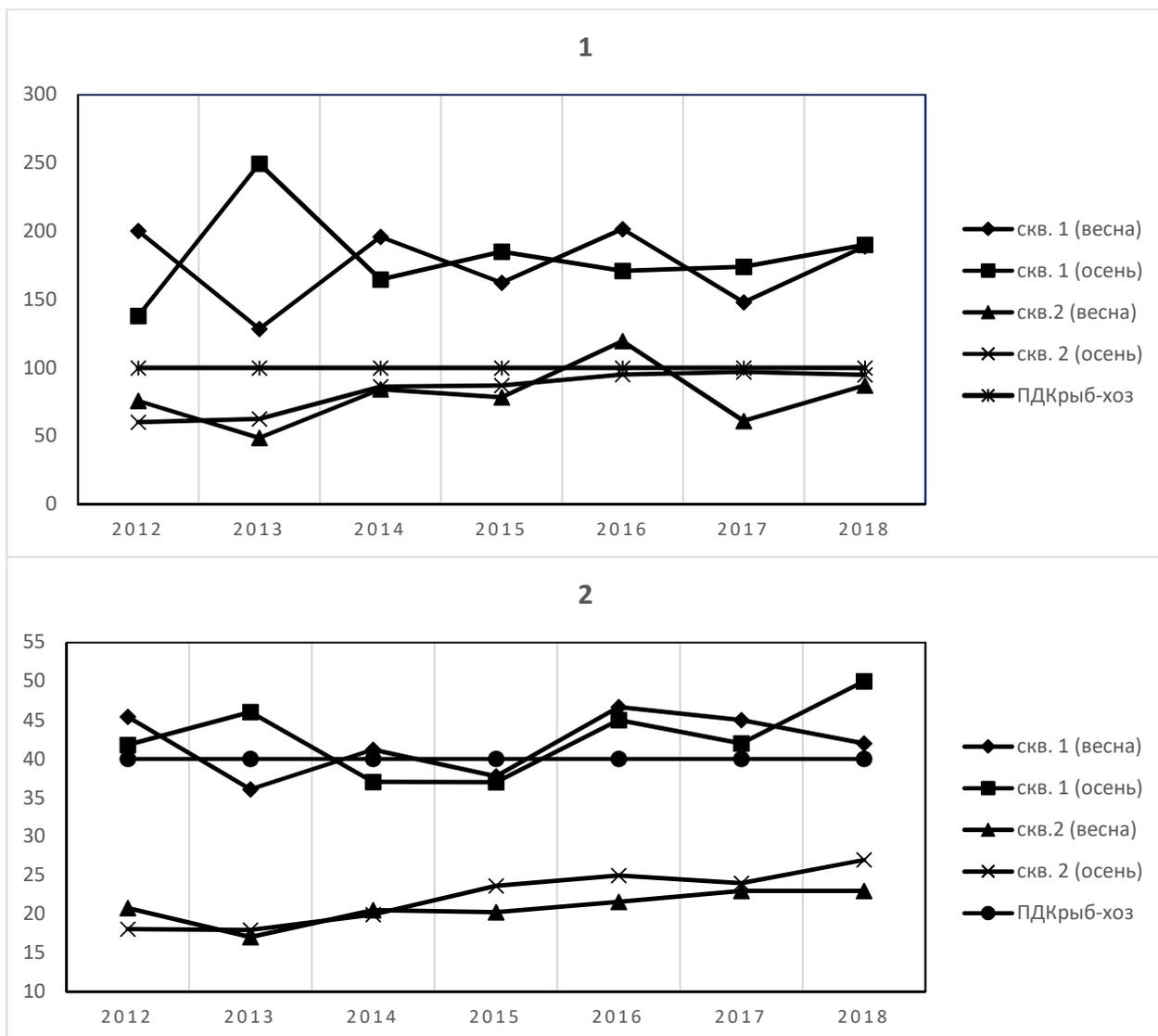


Диаграмма изменения концентрации сульфат-иона (1) и иона магния (2) в фоновой и контрольной скважинах за 2012-2018 гг., мг/дм³

Таким образом, анализ состава подземных вод в районе складирования промышленных отходов АО «Улан-Удэнский авиационный завод» за период наблюдений с 2012-2018 гг. не выявил явного техногенного влияния размещаемых отходов на концентрацию макрокомпонентов подземных вод. Изменение концентрации макрокомпонентов обусловлено прежде всего естественными факторами, в частности, химической природой горной породы, являющейся фильтрационным телом для потока грунтовых вод. Для дальнейшей оценки техногенной нагрузки в районе складирования отходов следует проанализировать изменение микрокомпонентного состава подземных вод.

Список литературы

1. СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов» // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32662/ (дата обращения 18.12.2020 г.)

2. Алексин О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алексин. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1953. – 296 с.

3. ГН 2.2.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43149 (дата обращения 18.12.2020 г.).

4. Приказ Россельхознадзора от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельной допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // <https://rg.ru/2017/01/16/minselhoz-prikaz552-site-dok.html> (дата обращения 18.12.2020 г.).

5. Проект по рекультивации нарушенного земельного участка с использованием золошлаковых и строительных отходов, заказчик АО «Улан-Удэнский авиационный завод», г. Улан-Удэ, 2011. – 150 с. (фондовая).

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ

Ю.П. Корякина, С.А. Ушакова
Смоленский государственный медицинский университет,
г. Смоленск

***Аннотация.** Экологические риски, связанные с эксплуатацией нефтяных месторождений велики. Основные загрязнители окружающей среды при нефтедобыче – это нефть и нефтепродукты. Нельзя полностью предотвратить разливы топлива, но можно усовершенствовать способы ликвидации аварий. Магнитные жидкости – это уникальный технологический, искусственно синтезированный материал, обладающий жидкотекучими магнитоуправляемыми свойствами с широкими перспективами применения – в технике, медицине и экологии. В данной работе проведено исследование современного метода очистки от нефти от загрязнения нефтепродуктами, произведена оценка эффективности очистки сточных вод с помощью магнитной жидкости.*

Добыча углеводородного топлива всегда сопряжена с высокими рисками экологического характера. Ликвидация разливов нефти из-за аварий – это комплекс мероприятий, которые направлены на удаление с поверхности почвы и воды пятна и стоки нефтепродуктов [2]. При выборе метода ликвидации разлива нефти нужно исходить из необходимости проведения работ в кратчайшие сроки и того, что данный метод не нанесет большего экологического ущерба, чем сам аварийный разлив. Наиболее популярные методы – термический, механический, химический, микробиологический, использование дамб (для локализации нефтепродуктов на почве и в воде), физико-химический метод с использованием сорбентов. Кроме традиционных, в настоящее время разрабатываются новые методы и технологии, например, биосорбционный (совместное применение сорбентов и микроорганизмов), озонирование воды [4].

В настоящее время возрос интерес к магнитным жидкостям. Эти материалы имеют очень широкие возможности практического использования – в медицине, космической технике, робототехнике, газовых лазерах, в устройствах с волоконной оптикой, в электродинамических головках громкоговорителей, а также в различных устройствах для измерения давления, расхода, газов и жидкостей, электрического тока, плотности твердых тел, вязкости жидкостей и др. Магнитная жидкость – жидкость, которая сильно поляризуется при действии на нее магнитного поля, коллоидный раствор, ультрамикрорегетерогенная система, в которой в одном веществе (среде) распределено в виде очень мелких частиц другое вещество. В данном случае это твердый металл и жидкость, в которой он содержится [1]. Такие жидкости не проявляют ферромагнитных свойств, поскольку не сохраняют остаточной намагниченности после исчезновения внешнего магнитного поля и являются парамагнетиками [2]. Магнитные жидкости довольно устойчивы, однако ПАВ в их составе имеют свойство распадаться со временем (период распада примерно несколько лет). Магнитная жидкость имеет три уникальных особенности: поддерживается силами магнитного поля, может принимать пространственные формы магнитного поля, которые проникают через нее, меняет вязкость в зависимости от изменения интенсивности магнитного поля [3].

Цель данной работы заключается в исследовании и оценке эффективности отчистки сточных вод с помощью магнитной жидкости

Для получения магнитных жидкостей можно использовать реакцию солей железа (II) и (III) с 25 % раствором аммиака (в мольном соотношении 1:2:8 [2]), дистиллированную воду, магнит, керосин. Магнитные жидкости состоят из частиц нанометровых размеров (10 нм или меньше) магнетита, гематита или другого материала, содержащего железо, взвешенных в несущей жидкости. Для обеспечения устойчивости частицы связываются с поверхностно-активным веществом (ПАВ), образующим защитную оболочку вокруг частиц и препятствующим их слипанию. Стабилизатор (ПАВ) – мыло. Для приготовления магнитной жидкости можно использовать тонер для лазерного принтера (в его состав входят частицы окиси железа – магнетита) [3]. Полученный магнитный агент далее добавляют к модели нефтяного пятна в водной среде. Если магнитная жидкость синтезирована на основе керосина, она растворима в нефти, но в воде не растворяется. После интенсивного смешивания магнитной жидкости с нефтью за счет содержащихся магнитных наночастиц смесь приобретает магнитные свойства, поэтому ее можно собрать с помощью обычного магнита, снижая, таким образом, содержание нефтепродуктов в воде.

В настоящее время за рубежом широкое применение при очистке жидких сред от различных загрязнителей получил метод, основанный на использовании магнитных наночастиц. В основе технологии лежит принцип омагничивания нефтепродуктов путем добавления магнитной жидкости в сточные воды и последующего отделения омагниченных нефтепродуктов специальными магнитными сепараторами. Магнитную жидкость можно применять для сбора различных нефтепродуктов на поверхности морей, океанов, озер. Очистка воды

от таких загрязнений, например, при авариях танкеров с нефтью с помощью магнитной жидкости выглядит следующим образом: на разлившееся пятно с вертолета разбрызгивается небольшое количество магнитной жидкости, которая быстро растворяется в нефтяном пятне, затем в воду погружаются сильные магниты, и нефть начинает стягиваться, здесь же ее откачивают насосы. Данная технология находит применение на нефтедобывающих предприятиях, при транспортировке нефти и на нефтебазах, позволяя таким образом снизить отрицательный эффект вышеуказанной отрасли промышленности практически до нуля.

Способ отчистки воды от загрязнения нефтепродуктами при помощи магнитной жидкости является высокоэффективным, не требует больших экономических затрат, легко осуществляется на практике и является экологически чистым. Это один из наиболее перспективных современных методов очистки. Магнитная жидкость не смешивается с водной средой, она не приносит вреда экологии, её можно использовать повторно, если выделить магнетит из нефти. Специалисты утверждают, что данные наночастицы не токсичны для живых организмов, а нефть в их присутствии становится магнитной жидкостью [2]. Таким образом, можно утверждать, что нанотехнологии позволят в перспективе решить многие насущные проблемы цивилизации.

Список литературы

1. Веклич А.В. Получение и применение ферромагнитной жидкости / А.В. Веклич, Д.А. Ерушевич, Р.А. Борисов, В.Б. Рачек // *Евразийский научный журнал. Технические науки*. – 2017. – № 2. – С. 275-277.
2. Гаскаров Н.Р. Устранение загрязнений водной среды нефтью и нефтепродуктами с помощью ферромагнитного агента / Н.Р. Гаскаров, Л.В. Поварова // *Международный студенческий научный вестник*. – 2019. – № 1. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19488> (дата обращения: 10.12.2020).
3. Донцова Ю.Д. Исследование свойств ферромагнитной жидкости и возможность её применения в качестве смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) / Ю.Д. Донцова, А.С. Токарев // *Современные научные исследования и инновации*. – 2016. – № 11. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/74488> (дата обращения: 10.12.2020).
4. Привалова Н.М. Исследование методов очистки вод от загрязнений нефтью и нефтепродуктами / Н.М. Привалова, М.В. Двадненко, А.А. Некрасова, О.С. Попова, Д.М. Привалов // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 113. – С. 307-316.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ВИХРЕВЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

В.И. Петров, И.И. Шамсутдинов, Г.Р. Мусина
ФГБОУ ВО «КНИТУ»,
г. Казань

***Аннотация.** В статье представлен аналитический обзор существующих конструкций действующих циклонов, показана их степень пылеочистки от изменения гидравлического сопротивления. Представлена графическая зависимость эффективности улавливания циклонов ЦН различных марок от размеров частиц. Видно, что хорошо улавливаются твердые частицы размером более 25 мкм, а плохо улавливаются частицы менее 15 мкм.*

Приведена конструкция вихревого пылеуловителя, описаны конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Показана зависимость гидравлического сопротивления вихревого пылеуловителя от изменения подаваемого расхода газа.

С целью повышения эффективности процесса очистки газов от мелкодисперсной пыли предложено смачивание сухих частиц жидкостью для образования более массивных, укрупненных частиц с последующим захватом их вращающимся газо-жидкостным потоком.

Предлагаемые вихревые пылеуловители позволяют достаточно эффективно улавливать пыль с размером частиц 10 мкм и менее.

***Ключевые слова:** циклоны, эффективность, гидравлическое сопротивление, дисперсность, смачивание сухих частиц, вихревой пылеуловитель.*

В настоящее время защита окружающей среды от выбросов загрязненного газа чрезвычайно актуальна. По данным ООН ежегодно в атмосферу выбрасывается свыше 2,5 млн. тонн пыли. По прогнозам министерства природных ресурсов РФ с 2030г. первенство в топливно-энергетическом балансе в России займут уголь и атомная энергетика, что потребует конструктивного и технологического совершенствования пылеочистного оборудования [1].

Широкое распространение циклонных пылеуловителей на производстве обусловлено следующими достоинствами [2]:

- 1) простота конструкции и сравнительно небольшая стоимость;
- 2) возможность функционирования в условиях высоких температур и давлений без каких-либо принципиальных изменений в конструкциях;
- 3) возможность улавливания и классификации абразивных включений при защите внутренних поверхностей циклонов специальными покрытиями;
- 4) высокая производительность и сохранение требуемого уровня фракционной эффективности очистки с ростом массовой концентрации твердой фазы;
- 5) возможность сухого осаждения продукта.

Самыми распространенными сухими механическими пылеуловителями являются возвратно-поточные циклоны [3]. Основными параметрами, характеризующими работу циклона, являются эффективность очистки и гидравлическое сопротивление, которые зависят от конструктивных особенностей аппарата и скорости движения газового потока.

Для пылеочистки используют как цилиндрические, так и конические циклоны. Цилиндрические циклоны НИИОГАЗ: ЦН-11, ЦН15, ЦН-24 предназначены для сухой очистки газов, выделяющихся при технологических

процессах. Конические циклоны НИИОГАЗ: СДК-ЦН33, СК-ЦН-22 предназначены для улавливания твердых частиц из технологических газов после реакторов и вспомогательных систем. На рисунке 1 представлена сравнительная зависимость степени очистки различных циклонов от изменения гидравлического сопротивления [4].

На рисунке 2 показана сравнительная эффективность улавливания в зависимости от дисперсности частиц, содержащихся в отходящем газе [5].

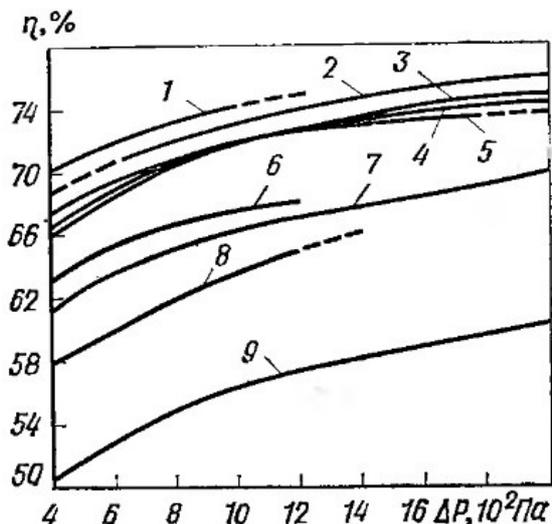


Рис. 1. Зависимость степени очистки от гидравлического сопротивления: 1-Т4/63; 2-ЦН-11; 3-ЦН-15; 4-ВЦНИИОТ; 5-СИОТ; 6-ЛИОТ; 7-ЦН-15У; 8-ЦН-24; 9-«Матрешка»

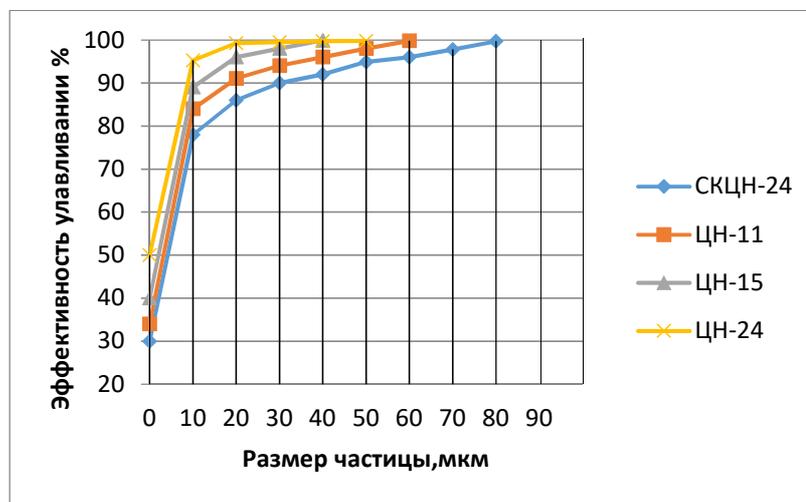


Рис. 2. Эффективность улавливания циклонов ЦН различных марок от размеров частиц

Из графика видно, что хорошо улавливаются твердые частицы размером более 25 мкм, а плохо улавливаются частицы менее 15 мкм.

Причина низкой эффективности сухих циклонов улова мелкодисперсной пыли заключается в том, что с уменьшением размера частицы увеличивается отношение силы трения газового потока к центробежной силе, действующей на частицу. Поэтому мелкие частицы увлекаются газовым потоком и не оседают в циклоне. Мелкие частицы вращаются вместе с газовым потоком, а особо мелкие даже стремятся к оси аппарата.

При вращении газового потока образуется несколько траекторий движения частиц. Относительно крупные частицы отжимаются центробежными силами к периферии. Относительно мелкие частицы входят в состояние равновесия между силами трения газового потока о частицу и центробежными силами. Эти частицы вращаются по кругу. Одновременно образуется третья форма траектории движения особо мелких частиц, которые двигаются по спирали от периферии к оси аппарата. Для особо мелких частиц центробежное осаждение на периферию невозможно. Все эти частицы вылетают из стандартного циклона и будут вылетать из любых других сухих аппаратов, где газовый поток вращается.

Вихревые пылеуловители (ВПУ) были разработаны значительно позже циклонов (в начале 60-х гг. XX в.). За прошедшее время создан целый ряд конструкций ВПУ[6-9]. На рисунке 3 представлена одна из схем вихревых пылеуловителей разработанных на кафедре «Оборудование химических заводов» КНИТУ г. Казань.

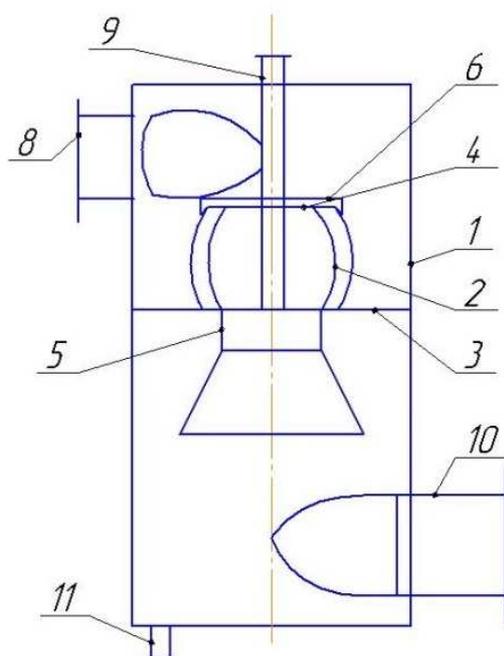


Рис. 3. Вихревой пылеуловитель [8]:

1 - корпус; 2 - пластина; 3, 4 - тарелки; 5 - сепаратор; 6 - ороситель; 7 - диффузор;
8, 10 - патрубки подвода и отвода газа; 9, 11 - патрубки подвода и отвода жидкости

В вихревых пылеуловителях достигается весьма высокая эффективность очистки – 98...99 %. Такие аппараты могут применяться для очистки газов с высокой температурой. В вихревом пылеуловителе не наблюдается износа внутренних стенок аппарата, что связано с особенностями его воздушного режима. Аппарат более компактен, чем другие пылеуловители. Степень очистки в вихревых пылеуловителях значительно выше, чем в сухих циклонах, и может достигать значений, характерных для мокрых циклонов.

Данные вихревые аппараты могут быть использованы как для сухой, так и для мокрой пылеочистки [8,9]. Особенностью этих пылеуловителей является то,

что они работают при нисходящем движении газового потока. Нами проведены исследования гидравлического сопротивления вихревого пылеуловителя при различных расходах жидкой фазы.

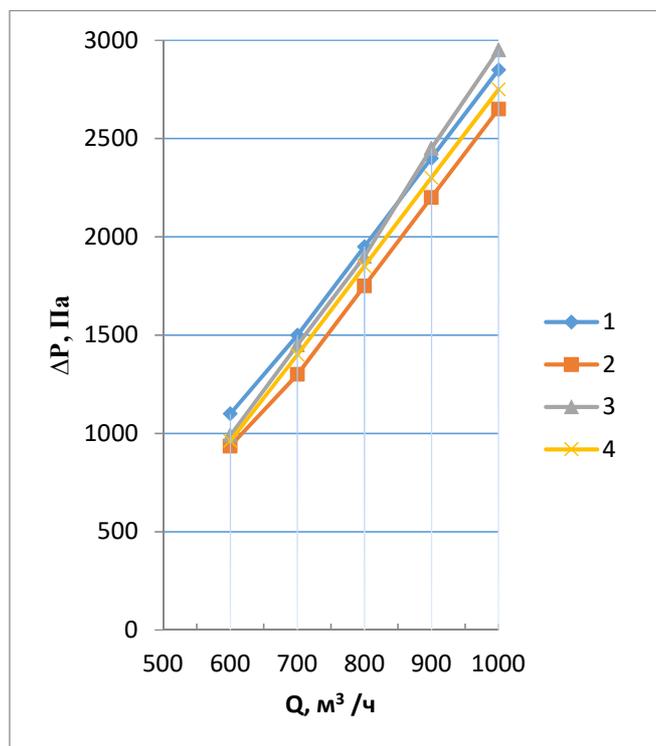


Рис. 4. Зависимость гидравлического сопротивления вихревого аппарата пылеочистки от изменения расхода газа: 1 - $L = 0 \text{ м}^3/\text{ч}$; 2 - $L = 0,36 \text{ м}^3/\text{ч}$; 3 - $L = 0,72 \text{ м}^3/\text{ч}$; 4 - $L = 1,22 \text{ м}^3/\text{ч}$.

С целью повышения эффективности процесса очистки газов от мелкодисперсной пыли предложено смачивание сухих частиц жидкостью для образования более массивных, укрупненных частиц с последующим захватом их вращающимся газо-жидкостным потоком.

При создании вихревых пылеуловителей для высокоэффективной мокрой очистки отходящих газов от пыли актуальными становятся следующие задачи: разработка способа взаимодействия газа и жидкости внутри аппарата, разработка дополнительных аппаратов для замкнутого водооборота и разработка способа для полной утилизации уловленных смоченных частиц.

Предлагаемые вихревые пылеуловители позволяют достаточно эффективно улавливать пыль с размером частиц 10 мкм и менее.

Разработанные промышленные установки просты и надежны в эксплуатации и могут найти применение в различных отраслях химической промышленности при очистке больших расходов газового потока.

Список литературы

1. Асламова В.С. Прямоточные циклоны. Теория, расчет, практика / В.С. Асламова. – Ангарск: Ангарская гос. техн. акад., 2008. – 233 с.
2. Карпов С.В. Высокоэффективные циклонные устройства для очистки и теплового использования газовых выбросов / С.В. Карпов, Э.Н. Сабуров; под ред.

Э.Н. Сабурова. – Архангельск: Изд-во Архангельского гос. техн. ун-та, 2002. – 504 с.

3. Васильченко Н.М. Газоочистное оборудование: каталог / сост.: Н.М. Васильченко [и др.]. – М.: ЦИНТИ химнефтемаш, 1988. – 120 с.

4. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Справочное издание. – М.: Металлургия, 1986. – 544с.

5. Ватин Н.И. Очистка воздуха при помощи аппаратов типа циклон / Н.И. Ватин, К.И. Стрелец. – СПб.: Химия, 2003. – С. 19-22.

6. Мисюля Д.И. Сравнительный анализ технических характеристик циклонных пылеуловителей / Д.И. Мисюля, В.В. Кузьмин, В.А. Марков // Труды БГТУ. – 2012. – № 3: Химия и технология неорганич. в-в. – С. 154- 162.

7. Мисюля Д.И. Применение лопастного раскручивателя в циклонных пылеуловителях / Д.И. Мисюля, В.В. Кузьмин, В.А. Марков // Труды БГТУ. – 2011. – № 3: Химия и технология неорганич. в-в. – С. 162-169.

8. Пат. 2314146 РФ, МПК В01D 53/18, В01D47/06. Вихревой пылеуловитель / А.Ш. Шарипов, Р.Н. Хамидуллин; заявитель патентообладатель Шарипов А.Ш., Хамидуллин Р.Н. – № 2006101947/15; заявл. 16.01.2006; опубл. 10.08.2007.

9. Пат.2232625 РФ, МПК В01D 47/00, В01С3/00. Вихревой аппарат для проведения физико-химических процессов с нисходящим потоком фаз / Р.Н. Хамидуллин, Л.М. Останин, И.А. Махоткин, А.Ф. Махоткин; заявитель, патентообладатель Казанский государственный технологический университет. – №2003120604/15; заявл. 07.07.2003; опубл. 20.07.2004.

НОВЫЙ ТИП СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В.А. Грабельных¹, Е.Е. Алтынникова², Н.В. Руссавская²,
В.С. Никонова¹, И.Б. Розенцвейг¹

¹ Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,
г. Иркутск

² Иркутский государственный университет путей сообщения,
г. Иркутск

Аннотация. Извлечение тяжелых металлов из сточных вод эффективно осуществляется при использовании серосодержащих сорбентов. Однако развитие этой области промышленной экологии сдерживается отсутствием доступных и эффективных сорбционных материалов, которые удобны в техническом применении. В данной работе представлен метод получения гранулированного серосодержащего сорбента, который эффективно извлекает соединения Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} и Cu^{2+} из модельных растворов. Метод основан на поликонденсации на поверхности частиц раздробленного нефтекокса дисульфид-анионов со смесью мономеров (1,2,3-трихлорпропан и хлорекс или 1,2,3- трихлорпропан и дихлордиэтилформаль).

Загрязнение биосферы тяжелыми металлами является важной экологической проблемой современности [1]. При воздействии на живые организмы тяжелые металлы выступают в качестве тиоловых ядов. Блокируя серосодержащие группы белков, они нарушают выполнение белками физиологических функций, вызывая тяжелые заболевания, в том числе онкологического характера [2].

Увеличение металлоемкости большинства отраслей промышленности, обусловленное производством различных металлических материалов, сплавов и многих неорганических соединений, используемых в качестве катализаторов, защитных покрытий, минеральных пигментов и других практически полезных веществ, способствует образованию большого количества сточных вод, содержащих соединения тяжелых металлов в растворенном виде. Именно сточные воды являются основными поставщиками токсичных тяжелых металлов в окружающую среду. Поэтому важнейшим путем решения проблемы загрязнения биосферы тяжелыми металлами является очистка сточных вод. С этой целью разработаны разнообразные методы: реагентные, электрохимические, экстракционные, ионообменные, адсорбционные и др. [3], которые постоянно развиваются и совершенствуются. Среди этих методов особое место занимают адсорбционные технологии [4, 5]. Особенно адсорбционные методы приемлемы для стоков, содержащих низкие, но превышающие допустимые нормы, концентрации загрязнителей. Технология адсорбционной очистки стоков использует достаточно простую аппаратуру, процессы легко автоматизируются и имеют некоторые другие преимущества. Научные исследования в этом направлении в основном сосредоточены на создании новых доступных и эффективных сорбентов.

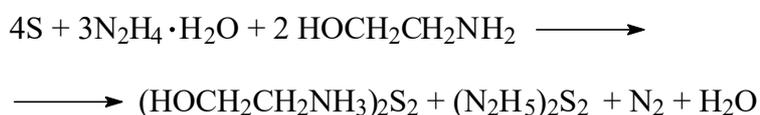
Разработка новых сорбентов может базироваться на высоком сродстве ионов тяжелых металлов к атомам серы органических соединений. На этом принципе разработаны эффективные экстрагенты [6] и сорбенты [7]. Однако большинство получаемых в промышленности серосодержащих полимеров – тиоколов на основе полисульфида натрия, дихлорэтана, хлорекса или дихлордиэтилформала представляют собой каучукоподобные вещества, используемые в качестве герметиков [8]. Применение их в качестве сорбентов для очистки сточных вод технологически невозможно.

Сорбционные свойства были отмечены для полиэтиленмоносульфида [9] и для твердых тиоколов, получаемых из 1,2,3-трихлорпропана [10]. Эффективный сорбент получен путем поликонденсации полисульфида натрия с отходами производства эпихлоргидрина (основной компонент отходов – 1,2,3-трихлорпропан) [11]. Максимальная эффективность сорбции, отмеченная для ионов Hg^{2+} , 152 мг/г, для других ионов она была существенно ниже (25-75 мг/г).

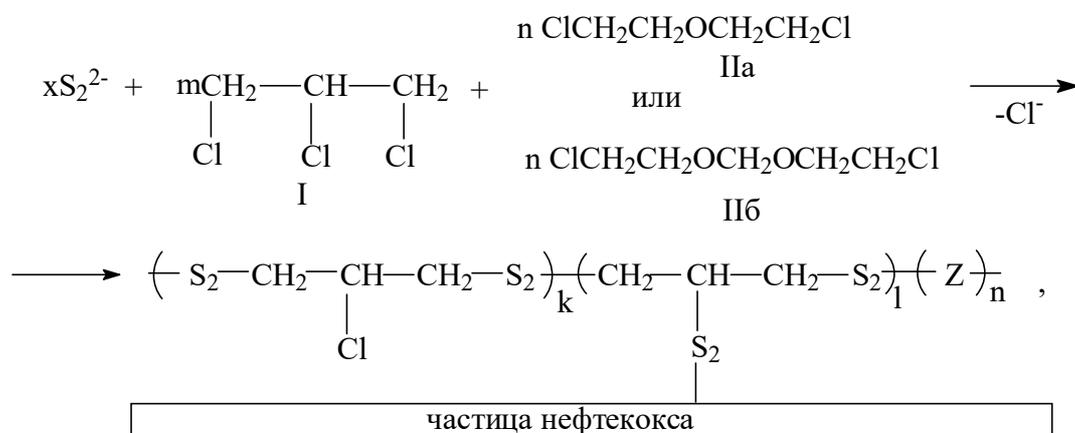
Адсорбция катионов серосодержащими сорбентами осуществляется, наиболее вероятно, путем комплексообразования. При этом атомы серы выступают в качестве лигандов. Координация металлов на поверхности сорбента должна определяться совокупностью геометрических факторов, благоприятное сочетание которых может сформироваться за счет гибкости серосодержащей

макромолекулы. Такую гибкость могут придать, например, атомы кислорода, входящие в полимерную цепь.

В настоящей работе представлена возможность получения сорбента с использованием дисульфид-анионов, генерированных из серы, гидразингидрата и моноэтаноламина [12]. Для эффективного растворения серы (60-65°C, 3.5 ч) используют мольное соотношение сера : моноэтаноламин 6:1 и гидразингидрат: моноэтаноламин 10:1.



К реакционной смеси добавляют раздробленный нефтекокк ($d \leq 0,15$ мм), частицы которого служат центрами поликонденсации. Количество вводимого нефтекокка определяется количеством используемой для получения сорбента серы. Наиболее благоприятное соотношение по массе сера : нефтекокк = 4 : 1. Добавка смеси мономеров: 1,2,3-трихлорпропан - хлорекс (или дихлордиэтилформаль) в соотношении от 70:30 до 80:20% дает возможность получить черные, почти сферические гранулы диаметром 3.5-5.0 мм. Суммарное количество сомономеров берется с таким расчетом, чтобы на каждый атом хлора в мономерах I и IIa (IIб) приходился один атом серы. Поликонденсацию проводят при температуре 75-85°C в течение 2,5 ч при интенсивном перемешивании. Образование сорбента можно представить следующей схемой:



где $k + l = m$, $Z = -CH_2CH_2OCH_2CH_2-$ или $-CH_2CH_2OCH_2OCH_2CH_2-$

Полученный сорбент характеризуется определенным содержанием серы и остаточного хлора (таблица 1).

Таблица 1
Характеристика полученных сорбентов

№п/п	Используемый сомономер	Соотношение I : II	Содержание, %	
			S	Cl
1	IIa	80 : 20	42	9
2	IIa	70 : 30	48	3.5
3	IIa	85 : 15	38	12
4	IIa	65 : 35	Гранулы получены слипшимися	

Продолжение таблицы				
5	Пб	80 : 20	39	7
6	Пб	70 : 30	42	4
7	Пб	85 : 15	34	13

Сорбционная способность полученных материалов (№ 1, 2, 3, 5, 6, 7) исследована путем смешения навески сорбента (0.1 г) с 10 мл модельного раствора соли металла (концентрация металла $C_0 = 5000$ мг/л). Полученную смесь встряхивали в течение 4 часов на шейкере S-3.02 М. Сорбент отфильтровывали и в фильтрате определяли остаточную концентрацию металла (C_k) фотометрическим методом [13]. Величину адсорбции A (мг/г) определяли по формуле:

$$A = \frac{(C_0 - C_k) V}{m} \text{ мг/г, где}$$

V - объем раствора (10 мл, 0,01 л)

m - навеска сорбента, г

В таблице 2 представлена адсорбционная емкость полученных сорбентов по отношению к некоторым металлам.

Таблица 2
Адсорбционные характеристики полученных сорбентов

№ сорбента из табл. 1	Адсорбционная емкость, мг/г					
	Pb ²⁺	Cd ²⁺	Hg ²⁺	Zn ²⁺	Co ²⁺	Cu ²⁺
1	247	433	406	314	199	176
2	399	424	439	345	178	220
3	148	217	*	*	*	*
5	495	436	438	418	167	162
6	490	427	438	346	164	181
7	217	134	118	*	*	*

*Адсорбция не изучалась

Таким образом, экспериментальные исследования показали, что на основе элементной серы (отход нефтехимической и газовой промышленности) нефтекокса, трихлорпропана (отход производства многотоннажных продуктов – хлористого аллила и эпихлоргидрина), хлорекса или дихлордиэтилформалия (многотоннажных продуктов, используемых для промышленного синтеза тиоколов) могут быть получены серосодержащие гранулированные сорбенты. Сорбенты эффективно извлекают соединения тяжелых металлов из водных растворов.

Список литературы

1. Давыдова С.Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.

2. Тарасов А.В. Основы токсикологии / А.В. Тарасов, Т.В. Смирнова. – М.: Марирут, 2006. – 160 с.
3. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
4. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – М.: Химия, 1982. – 168 с.
5. Шумяцкий Ю.И. Промышленные адсорбционные процессы. – М.: КолосС, 2009. – 183 с.
6. Муринов Ю.И. Экстракция металлов S, N-органическими соединениями / Ю.И. Муринов, В.Н. Майстренко, Н.Г. Афзалетдинова. – М.: Наука, 1993. – 193с.
7. Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 413 с.
8. Хакимуллин Ю.Н. Герметики на основе полисульфидных олигомеров / Ю.Н. Хакимуллин, В.С. Минкин, Ф.М. Палютин, Т.Р. Дебердеев. – М.: Наука, 2007. – 301 с.
9. Рафиков С.Р. О комплексообразующих свойствах полиэтиленмоносульфида / С.Р. Рафиков, Ю.Е. Никитин, Г.Г. Бикбаева, А.А. Гаврилова, Р.С. Алиев // Доклады АН СССР, 1980. – Т. 253, № 3. – С. 644-647.
10. Малькина А.Г. Новые высокоэффективные сорбенты на основе лигнина / А.Г. Малькина, Л.В. Соколянская, В.Д. Цыханский, А.А. Татарина, А.В. Гусаров, В.А. Хаматаев, Е.Ю. Фомина // Химия в интересах устойчивого развития, 1996. – Т. 4, № 3. – С. 307-311.
11. Грабельных В.А. Новый тип сорбентов на основе полисульфида натрия из отходов производства эпихлоргидрина для извлечения соединений тяжелых металлов / В.А. Грабельных, Е.П. Леванова, А.В. Рединова, Н.В. Руссавская, О.Н. Игнатова, Н.А. Корчевин // Химия в интересах устойчивого развития, 2012. – Т.20, № 2. – С. 199-203.
12. Розенцвейг И.Б. Халькогенирование ненасыщенных галогенорганических соединений элементными халькогенами и их металлическими производными / И.Б. Розенцвейг, В.С. Никонова, Н.А. Корчевин // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. – Т. 9 (4). – С. 576-589.
13. Марченко З. Фотометрическое определение элементов / З. Марченко. – М.: Мир, 1971. – 376 с.

МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ПРЯМОТОЧНОМ ЦИКЛОНЕ

Н.А. Марцулевич, О.М. Флисюк, В.С. Топталов
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),
г. Санкт-Петербург

Аннотация. В результате решения уравнений гидромеханики получены профили радиальной, тангенциальной и продольной составляющих скорости газа в разделительной камере прямоточного циклона. Полученные решения позволяют проанализировать

траектории частиц пыли во внешней зоне разделительной камеры и сформулировать условия их вывода из потока газа.

В результате сравнительного изучения эффективности очистки газовых выбросов с помощью циклонов различных конструкций установлено, что высокоэффективное разделение дисперсных систем крупномасштабных промышленных выбросов предприятий может быть достигнуто при использовании прямоточных циклонов [1]. Основными преимуществами таких аппаратов являются возможность эффективного разделения в широком диапазоне расхода газа и концентрации дисперсной фазы при сравнительно небольшом гидравлическом сопротивлении, надежность и простота конструктивного оформления.

Цель нашей работы состояла в построении методики расчета прямоточного циклона новой конструкции [2] на основе анализа полей скорости газа и траекторий частиц внутри разделительной камеры.

Рассмотрим вначале течение запыленного газа во внешней зоне. Если допустить, что присутствие частиц в потоке мало влияет на поле скорости газа, то задача разделяется: сначала можно определить поле скоростей газовой фазы, а затем – характер движения частиц.

Сформулируем уравнения движения газа, записав их в цилиндрических координатах исходя из следующих допущений:

- Движение стационарное;
- Среда несжимаемая;
- Поля всех гидродинамических величин осесимметричны;
- Движение газа происходит под действием сил инерции, центробежной силы, силы Кориолиса и сил давления.

При сделанных допущениях система уравнений, описывающая движение газовой фазы, имеет вид:

$$w_r \frac{\partial w_r}{\partial r} + w_z \frac{\partial w_r}{\partial z} = -\frac{w_\varphi^2}{r}; \quad (1)$$

$$w_r \frac{\partial w_\varphi}{\partial r} + w_z \frac{\partial w_\varphi}{\partial z} = -\frac{w_\varphi w_r}{r}; \quad (2)$$

$$w_r \frac{\partial w_z}{\partial r} + w_z \frac{\partial w_z}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dz}. \quad (3)$$

Здесь $w_r(r,z)$, $w_\varphi(r,z)$, $w_z(r,z)$ – радиальная, тангенциальная и осевая составляющие скорости газа соответственно; $p(z)$ – давление. Зависимостью давления от радиальной координаты пренебрегаем, считая, что градиент давления в радиальном направлении мал.

Опытная проверка предлагаемой методики расчета проводилась на установке, схема которой приведена на рисунке.

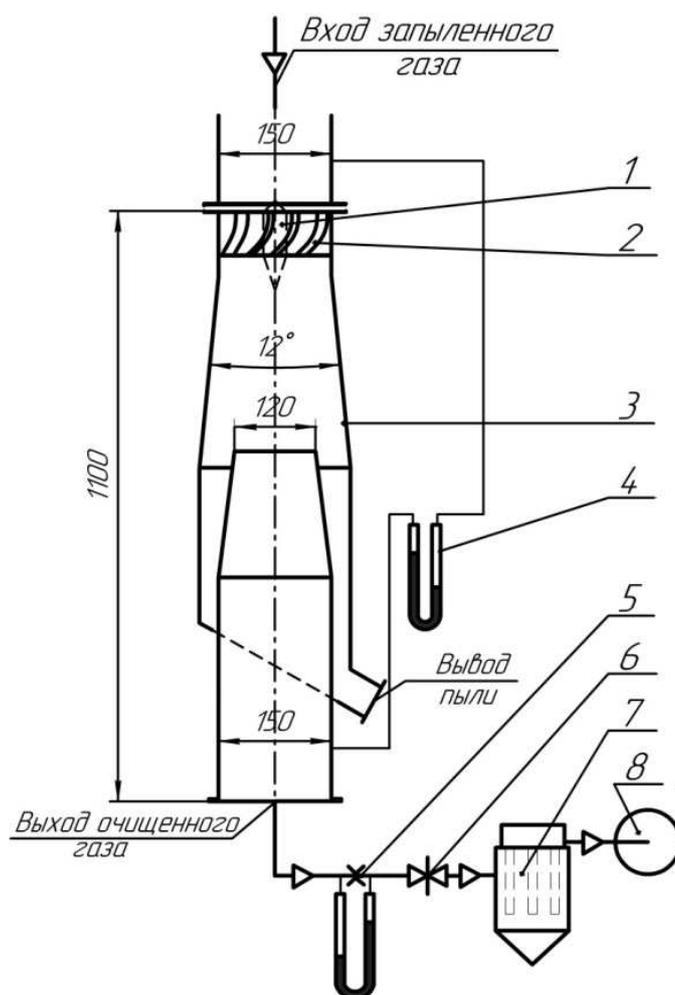


Схема экспериментальной установки.

- 1 – завихритель; 2 – лопасть завихрителя; 3 – корпус прямоточного циклона;
 4 – дифманометр; 5 – диафрагма с присоединенным к ней дифманометром;
 6 – шиберная заслонка; 7 – рукавный фильтр; 9 – центробежный вентилятор

Анализ результатов проведенных исследований показал, что полученные решения уравнений позволяют проанализировать траектории частиц пыли, а также количественно оценить эффективность работы циклона, при этом расчетные значения хорошо подтверждаются результатами экспериментов.

Список литературы

1. Новиков Л.М. Сравнительная оценка пылеулавливающих установок с циклонами, имеющими верхний и нижний вывод очищенного газа / Л.М. Новиков, Н.В. Инюшкин // Процессы и аппараты технологии неорганических веществ / УНИХМ. – Свердловск, 1973. – Вып. 25. – С. 5-7.
2. Прямоточный циклон: пат. 195672, Рос. Федерация. Заявка № 2019136768; заявл. 15.11.2019; опубл. 03.02.2020; Бюл. №4

ЗОЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СОЛОМЫ ДИПЛОИДНОГО И ТЕТРАПЛОИДНОГО РИСА *ORYZA SATIVA* L, ПОЛУЧЕННОГО В АНДРОГЕНЕЗЕ *IN VITRO*

Т.И. Степанова¹, О.Д. Арефьева^{1,2}, М.В. Илюшко³, О.Л. Бурундукова⁴

¹ Дальневосточный федеральный университет,

г. Владивосток

² Институт химии Дальневосточного отделения РАН,

г. Владивосток

³ ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»,

г. Уссурийск

⁴ Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,

г. Владивосток

Аннотация. В настоящей работе исследованы свойства кремнезема растений риса разного уровня плоидности – диплоидного и тетраплоидного. Объектом исследования были образцы соломы удвоенных гаплоидов и тетраплоидов риса сорта Каскад, полученных в андрогенезе *in vitro*. Регенеранты R₁ выращивали в условиях вегетационной площадки в емкостях размером 1,54 м². Получены образцы зольных компонентов в одинаковых условиях, выход которых зависит от уровня плоидности и составляет 8,1-14,3 %. Показано, что содержание диоксида кремния выше у тетраплоидного образца по сравнению с удвоенными гаплоидами. Определены значения pH водной суспензии образцов, которые имеют нейтральную или щелочную среду в зависимости от содержания в них оксидов примесных элементов.

Рис – одна из важнейших продовольственных культур на юге Дальнего Востока России [1]. Почвенно-климатические условия здесь отличаются от условий юга России, где находятся основные посевные площади риса. Ближайшие соседние провинции Китая, достигшие значительных успехов в селекции риса, применяют рассадные технологии с существенной долей ручного труда, что отличает их от технологии возделывания риса, принятой в России [2]. По этой причине сорта западных регионов России и китайские трудно позаимствовать для выращивания в Приморском крае. Андрогенез *in vitro* успешно применяется для ускорения селекционного процесса и создания нового исходного материала [3, 4].

При выращивании риса в андрогенезе *in vitro* образуются биотехнологические отходы в виде соломы и плодовых оболочек (или метелок) также, как и при посевной технологии. Преобладающий компонент золы соломы – диоксид кремния (кремнезем), содержание которого 94-96 % [5].

Цель работы – исследование свойств кремнезема растений риса разного уровня плоидности – диплоидного и тетраплоидного.

Объектами исследования были образцы аморфного диоксида кремния, выделенные из соломы удвоенных гаплоидов и тетраплоидов риса *Oryza sativa* L., полученных в андрогенезе *in vitro* сорта Каскад (1-Бол–3-Бол). Регенеранты R₁ и растения сорта Каскад (контроль) выращивали в условиях вегетационной

площадки в емкостях размером 1,54 м², наполненных грунтом, до сбора семян (таблица 1). Образцы были получены окислительным обжигом с предварительной обработкой соломы 0,1 М раствором соляной кислоты, согласно [5].

Элементный анализ образцов диоксида кремния выполнен с помощью метода энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре EDX 800 HS (Shimadzu, Япония). Кислотно-основные свойства поверхности диоксида кремния изучали методом рН-метрии. Измерение рН среды проводили на рН-метре SevenCompact (MettlerToledo, Китай) при помощи программного обеспечения X-Lab.

Таблица 1

Пробы соломы риса сорта Каскад, удвоенных гаплоидов и тетраплоидов, полученных в андрогенезе *in vitro*

Шифр образца	Плоидность
1-Бол	Сорт Каскад (2n) – контроль
2-Бол	Удвоенный гаплоид (2n)
3-Бол	Тетраплоид (4n)

В таблице 2 представлено содержание золы в образцах различной плоидности, полученных в андрогенезе *in vitro*. Наибольшее содержание золы в исходном образце (1-Бол), наименьшее – в тетраплоидном (3-Бол). Образец тетраплоида 3-Бол – белого цвета, что указывает на меньшее содержание в нем примесей.

Таблица 2

Характеристика образцов золы и содержание экстрактивных веществ в соломе риса сорта Каскад, удвоенных гаплоидов и тетраплоидов, полученных в андрогенезе *in vitro*

Шифр образца	Характеристика зольного остатка		Содержание экстрактивных веществ в соломе, %
	Выход остатка, %	Цвет	
1-Бол	14,3	Светло-бежевый	16,8
2-Бол	12,8	Светло-бежевый	22,6
3-Бол	8,1	Белый	38,3

При обработке растительного сырья растворителями в раствор извлекаются отдельные компоненты растения. В работе [6] было установлено, что путем последовательной экстракции соломы и шелухи риса водой, оксалатом аммония и щелочью в раствор извлекаются полисахариды, суммарный выход которых колеблется в зависимости от сорта растения и вида сырья (шелуха или солома) в диапазоне 8,2-26,1 %. В [7] было исследовано содержание экстрактивных веществ в соломе риса различных сортов при одинаковых условиях водными растворителями при разных значениях рН. Показано, что водой из рисовой соломы экстрагируется от ~2,5 до 7,5 % растворимых веществ, а 0,1 М раствором HCl – от ~3,0 до 12,8 % в зависимости от сорта растения. В данной работе определено содержание экстрактивных веществ в растворе

соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л (таблица 2). Полученные результаты показывают, что с увеличением ploидности растет количество экстрактивных веществ: наибольшее – у тетраплоида (3-Бол), наименьшее – у исходного сорта (1-Бол).

Максимальное содержание диоксида кремния наблюдается в зольном образце тетраплоида 3-Бол (97,35 %), который отличается также по содержанию оксида кальция: в исходном образце (1-Бол) и удвоенном гаплоиде (2-Бол) количество оксида кальция в 5 раз больше, чем в тетраплоиде (3-Бол).

Исследование изменения рН водных суспензий образцов золы соломы сорта Каскад во времени показало, что исходный образец (1-Бол) и удвоенный гаплоид (2-Бол) имеют основное состояние поверхности – значение рН изоионного состояния находится в диапазоне 8,6-8,7 ед рН. Зола тетраплоида (3-Бол) имеет нейтральное состояние поверхности (рН 7,11), которое связано с меньшим содержанием в его составе оксида кальция.

Таким образом, выход зольных компонентов соломы риса сорта Каскад и регенерантов R₁, полученных в андрогенезе *in vitro*, с увеличением ploидности (от удвоенного гаплоида к тетраплоиду) снижается с 12,8 до 8,1 %. Установлено, что образующаяся водная суспензия золы соломы риса приобретает нейтральную или щелочную среду, рН которой зависит от количества в образцах оксидов примесных элементов.

Список литературы

1. Чайка А.К. Становление и развитие аграрной науки на Дальнем Востоке / А.К. Чайка // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2017. – №5 (195). – С. 61-71.

2. Сахно А.Л. Изучение китайской технологии выращивания риса в Хорольском районе Приморского края / А.Л. Сахно, М.В. Илюшко // Молодые ученые – Агропромышленному комплексу Дальнего Востока: межвузовская научно-практическая конференция аспирантов, молодых ученых и специалистов, 28 октября – 28 октября 2010 г.: сборник науч. трудов. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – С. 44-52.

3. Datta S.K. Androgenic haploids: factors controlling development and its application in crop improvement / S.K. Datta // Current Science. – 2005. – N 89. – С. 1870-1878.

4. Dunwell J.M. Haploids in flowering plants: origins and exploitation / J.M. Dunwell. – DOI 10.1111/j.1467-7652.2009.00498.x // Plant Biotechnology. – 2010. – N 8. – P. 377-424.

5. Земнухова Л.А. Свойства аморфного кремнезема, полученного из отходов переработки риса и овса / Л.А. Земнухова, А.Г. Егоров, Г.А. Федорищева [и др.]. – Неорганические материалы, 2006. – Т. 42, № 1. – 27-32 с.

6. Земнухова Л.А. Исследование состава и свойств полисахаридов из рисовой шелухи / Л.А. Земнухова, С.В. Томшич, В.А. Мамонтова, Н.А. Командрова, Г.А. Федорищева, В.И. Сергиенко // Журнал прикладной химии. – 2004. – Т. 77, Вып.11. – С. 1901-1904.

7. Цой Е.А. Кремнийсодержащие соединения из соломы риса: специальность 03.02.08 «Экология»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук / Е.А. Цой. – Владивосток: Изд-полигр. центр ДВФУ, 2015. – 20 с.

ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ НА CO_2 КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

Д.В. Щербина, Н.А. Целигоров
Донской государственной технической университет,
г. Ростов-на-Дону

Аннотация. В работе рассмотрены особенности применения холодильных установок на CO_2 в качестве хладагента. Проведено сравнение различных хладагентов, таких как R22, NH_3 с CO_2 .

Озоновый слой защищает Землю и всех её обитателей от влияния вредного и очень опасного ультрафиолета, который исходит непосредственно от Солнца. Существуют районы, где из-за этого у жителей обнаруживается рост заболевания кожи, а также понижение фотосинтеза у растений. Проблема разрушения озонового слоя настораживает ученых уже многие годы [1]. Основными причинами разрушения озонового слоя являются запуски ракет, лесные пожары, промышленные и бытовые выбросы промышленности. Наиболее вредными считаются вещества содержащие фреоны, использующиеся в парфюмерной продукции, а также в холодильных системах, например, в автокондиционерах [2,3].

После подписания Монреальского протокола были предприняты первые серьезные шаги по защите озоновой оболочки Земли. Страны были обязаны сократить создание таких хладагентов, как хлорфторуглеродов и перейти на производство гидрохлорфторуглеродов с низкой озоноразрушающей активностью, которые в настоящее время выводятся из обращения [4]. Сменить эти хладагенты предназначены гидрофторуглероды, которые считаются полностью озонобезопасными. Появившаяся недавно фреон R1234yf относится к группе гидрофторолефиновых хладагентов, которые имеют низкий коэффициент глобального потепления.

Достаточно сложной задачей стало найти альтернативу выпускаемым хладагентам в холодильных установках. Многие решения требовали больших финансовых влияний. Но все же, такие вещества были найдены, а именно изобутан, нетоксичный пропан, углекислый газ [5].

Холодильные установки на CO_2

Углекислый газ распространен в природе, не дорогой, к тому же не горюч и нетоксичен. В семействе холодильных систем CO_2 превосходит по эффективности аналоги на различных фреонах. В настоящее время, большое

применение находят каскадные холодильные установки. В этих моделях в одном контуре циркулирует CO_2 , а в другом – аммиак. Каскадные холодильные системы обычно составлены из нескольких, последовательно соединенных холодильных машин, в которых используются хладагенты различных групп. При этом в одном (верхнем) каскада тепло передается в конденсаторе теплоносителям окружающей среды, а отнимается в испарителе от другого рабочего вещества. Таким образом, испаритель нижнего каскада служит конденсатором для хладагента верхнего каскада (рис. 1).

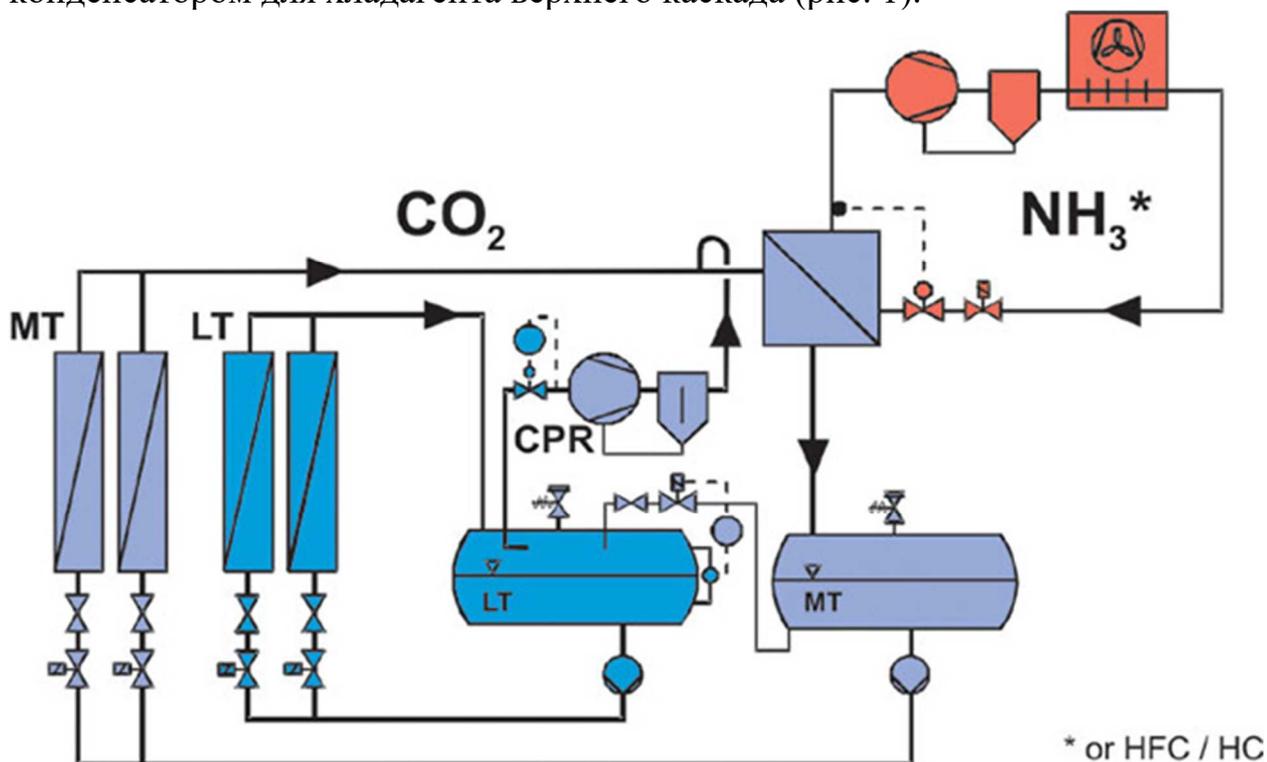


Рис.1 Холодильная установка на CO_2

Данные холодильные установки используются, в качестве оборудования холодильных складов, предприятий пищевой промышленности, а также супермаркетов и прочих объектов. Использование CO_2 рекомендовано и в бытовых холодильниках, и в тепловых насосах, а также в автокондиционерах.

Основные параметры производительности

При использования углекислого газа в холодильных установках очень важной характеристикой является удельная холодопроизводительность, которая зависит от соответствующих параметров идеального холодильного цикла хладагента. Этот показатель влияет на количество компрессоров для промышленного применения.

Проведем сравнение работы винтового компрессора, у которого объемная производительность равна $220 \text{ м}^3/\text{ч}$ на таких хладагентах, как R22, CO_2 , NH_3 и определим удельную холодопроизводительность для каждого хладагента. Пусть температуру всасывания от -35 до $50 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура конденсации -10°C . При таких условиях холодопроизводительность R22 и NH_3 будет колебаться от

55 кВт до 25 кВт, тогда как CO_2 будет составлять от 410 кВт до 240 кВт. Разница на всех температурных диапазонах очень существенна. Так же если сравнить массовый расход, при условии того, что объёмная производительность останется той же, как и температурный диапазон останется в пределах от -35 до 50 °С. При данных условиях массовый расход NH_3 будет составлять от 150 до 80 кг/ч, массовый расход R22 - от 1000 до 700 кг/ч, тогда как массовый расход CO_2 будет составлять от 8000 до 5000 кг/ч.

Обуславливаются данные показатели тем, что уровень давления углекислого газа, примерно, в 10 раз выше, чем у других хладагентов. Данное свойство великолепно вписывается в принцип охлаждения компрессора.

Приведенные расчеты продемонстрировали, что перспективы дальнейших разработок в области использования каскадных холодильных систем на CO_2 (рис.2) очень положительные, особенно с учётом того, что эти разработки базируются на уже апробированных агрегатах Битцер [6].



Рис. 2. Внешний вид каскадной холодильной установки.
Первый каскад на хладагенте R-290(Пропан), второй – на R744(CO_2)

Опытные разработки каскадных холодильных систем на CO_2 , выполненные на том уровне давлений, который находится в разрешенном диапазоне, показали, что риск аварий остается сравнительно низким [6].

Список литературы

1. Промышленно – экологический интернет журнал/
<https://prompriem.ru/stati/chto-razrushaet-ozonovuj-sloj.html>
2. Думлер М.Г. Расчет ТРВ автомобильного кондиционера с использованием программы «Alcoscontrols» / М.Г. Думлер, Н.А. Целигоров, Г.Г. Галка // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 46-7. – С. 8-12.
3. Целигоров Н.А. Использование программы EEV Selection для измерения параметров кондиционера легкового автомобиля / Н.А. Целигоров, Р.А. Иванов // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 47-6. – С. 50-52.
4. <https://www.infrost.ru/tehnicheskaya-informatsiya/hladagenty/>
5. <http://holod-ru.com/about/publikaczii/so2-kak-sovremennyj-xladagent-dlya-promyishlennogo-xoloda.html>
6. <https://www.frigodesign.ru/energy-saving-technologies/cascade-installations/cascade-refrigeration-units.php>

СТЕПЕНЬ ГУМУСИРОВАННОСТИ ПОЧВ КАК ФАКТОР ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ В ОТНОШЕНИИ ТОКСИЧНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Л.Н. Савинова, В.А. Векшина
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье проведены исследования содержания гумуса в ряде почв районов Тульской области. Установлены основные виды почв. Проведены исследования фосфатазной активности почвы в присутствии соединений меди. Установлено, что степень отрицательного воздействия меди находится в зависимости от содержания гумуса в почве.

При интенсификации земледелия в условиях нарастающего загрязнения окружающей среды, особое значение приобретает способность гумуса иммобилизовать и инактивировать ксенобиотики, токсичные и радиоактивные элементы, стимулировать адаптивные реакции биоты. В этой связи целью данного исследования явилось изучение зависимости между степенью гумусированности почв и их ферментативной металлорезистентностью в условиях кратного превышения содержания ПДК металлоионов (1,2,3).

В работе выполнены титриметрические исследования содержания гумуса в образцах почвы ряда районов Тульской области. Установлены основные типы почв: серая лесная, дерново-подзолистая и черноземы оподзоленные. Диапазон значений содержания гумуса в почвах Тульского региона составляет от 2,5 до 5,8 %. Проведены фотометрические исследования фосфатазной активности почвы в присутствии соединений меди при десятикратном превышении ПДК и в контроле. Показано, что в разных почвах степень дезактивации фосфатазы различна, а процесс ингибирования почвенных ферментов явно зависит от содержания гумуса в почве. По мере уменьшения гумусированности образцы почвы показывают последовательно убывающую фосфатазную активность. В

этом же направлении возрастает степень отрицательного воздействия солей меди на деятельность почвенных фосфатаз.

Установлено, что степень дезактивации фосфатазы находится в обратно пропорциональной зависимости от содержания гумуса в почве. Обнаружена удовлетворительная корреляция между названными параметрами, которая методом наименьших квадратов описывается соотношением:

$$\frac{\Delta\text{ФА}}{\text{ФА} - \text{К}} = 96,06 - 17,64 \cdot \omega; \quad r_{xy} = 0,963.$$

Линейный характер зависимости указывает на то, что содержание гумуса в почве является доминирующим фактором, определяющим степень дезактивации фосфатазы.

Гумус выступает стабилизатором важнейших почвенных процессов, снижает металлотоксичность, повышает защитные свойства почвы. Показано, что протекторная функция гумуса в отношении токсичных тяжелых металлов полностью выполняется, если содержание гумуса в почве составляет 5 % и более.

Список литературы

1. Добровольский В.В. Биосферные циклы тяжелых металлов и регуляторная роль почв / В.В. Добровольский // Почвоведение. – 1997. – №4. – С. 431-441.

2. Ильин В.Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам / В.Б. Ильин // Агрехимия. – 1995. – №10. – С. 109-113.

3. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 304 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ БИЛАТЕРАЛЬНЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ПРЕДЕЛАХ ТЕХНОСФЕРЫ ПАО «ТУЛАЧЕРМЕТ» Г. ТУЛЫ

В.А. Векшина

Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье проведена оценка степени деградации растительного покрова в пределах техносферы ПАО «Тулачермет» в сравнении с парковой техносферно незагрязненной территорией. Оценка проводилась по определению флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков. Объектом исследования были выбраны листовые пластины березы повислой (*Betula pendula*). В работе рассмотрено влияние розы ветров на степень морфологического изменения растений и интегрального загрязнения территории.

Тульская область является одной из самых индустриальных в центральном регионе России, т.к. на сравнительно небольшой территории сконцентрировано большое число предприятий химической, металлургической промышленности и производства, и распределения электроэнергии, являющихся основными источниками загрязнения атмосферы Тульской области.

Одним из наиболее мощных промышленных загрязнителей атмосферы города является ПАО «Тулачермет» – крупнейший в мире производитель и экспортер товарного чугуна для сталелитейной промышленности. Предприятие было создано в 1935 году и в настоящее время выпускает более 2 миллионов тонн продукции в год. В первую очередь это литейный, переделный и нодулярный чугун, отличающиеся очень малым количеством примесей и стабильным химическим составом. Большая часть выпускаемой металлопродукции экспортируется, потребителями являются металлургические и машиностроительные компании СНГ, стран Западной и Восточной Европы, Америки и Азии. Доля ПАО «Тулачермет» по товарному чугуну на российском рынке составляет более 40 % [6].

Наиболее чувствительной к действию атмосферных загрязнений является растительность и, в первую очередь, листовая пластина, т.к. именно там происходит большинство основных физиологических процессов. В связи с тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни, их биологические параметры отражают состояние конкретного локального места обитания на уровне микробиотопа [1, 2].

Распространение загрязнений в атмосфере осуществляется в результате действия двух факторов: потока ветра и турбулентного движения в поперечном ветровому потоку направлении. Ветер является основным фактором, влияющим на распространение вредных веществ, его скорость и направление постоянно меняются. Поэтому при проектировании промышленных зон и жилой застройки необходимо учитывать среднегодовое и сезонное распределение скорости и повторяемости ветра [5].

Для оценки степени деградации растительного покрова в пределах санитарной зоны ПАО «Тулачермет» использовали методику оценки состояния популяции по определению флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков [1]. В основу методики положена теория о том, что различия между левой и правой половинами листа коррелирует со степенью общей нарушенности окружающей среды [3]. В качестве объекта исследования выбраны листовые пластины березы повислой (*Betula pendula*). Основным критерием для выбора данного вида является его повсеместное распространение в Тульской области.

Для оценки стабильности развития растений использовался коэффициент симметрии листа. Данный признак является индикационным, так как листовые пластины у данных видов в норме симметричны и быстро реагируют на внешние воздействия, как естественные, так и антропогенные [4].

Точки отбора материала находились по всему периметру санитарной зоны ПАО «Тулачермет» (санитарная зона данного предприятия составляет 1000м). Одна из точек находилась на территории Садоводческого некоммерческого товарищества. Отбор контрольных образцов проводился в центральной части города на территории Центрального парка культуры и отдыха им. П.П. Белоусова. Сбор и анализ материала осуществлялся в вегетационный период 2019 года. Использовались средневозрастные растения без учета

молодых и старых экземпляров. Листья отбирались в количестве 20 штук с растения.

Согласно методике по использованию флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков [1], оценку морфологической асимметрии проводят по пяти параметрам.

Для определения относительной величины между значениями признака слева и справа использовали формулу:

$$A_i = \frac{|B_{Ли} - B_{Пл}|}{B_{Ли} + B_{Пл}},$$

где $B_{Ли}$ – величина промера слева i -ого признака; $B_{Пл}$ – величина промера справа i -ого признака.

Для определения среднего относительного различия между сторонами в соотношении к признаку каждого листа использовали формулу:

$$C = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}{5},$$

где A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 – относительные величины между значениями i -их признаков слева и справа; 5 – количество признаков.

Для определения среднего относительного различия по всей выборке (B) использовали формулу:

$$(B) = \frac{C}{20},$$

где C – величина среднего относительного различия между сторонами в соотношении к признаку каждого листа; 20 – число листьев в выборке.

Оценка степени нарушения стабильности проводилась по пятибалльной шкале. Первый балл – условная норма, второй балл означает, что растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов, третий и четвертый баллы показывают, что растения произрастают в загрязненных районах, пятый балл – критическое значение, наблюдается в крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии (табл. 1).

Таблица 1
Шкала отклонения от нормы [1]

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,040
II	0,040-0,044
III	0,045-0,049
IV	0,050-0,054
V	>0,054

В данном исследовании распределение степени асимметрии листьев наблюдалось в пространстве в соответствии с преобладающим направлением ветра. Роза ветров Тульской области с преобладающим направлением ветра представлена на рис. 1. В табл. 2 представлены координаты расчетных точек в соответствии со сторонами света относительно центра предприятия.

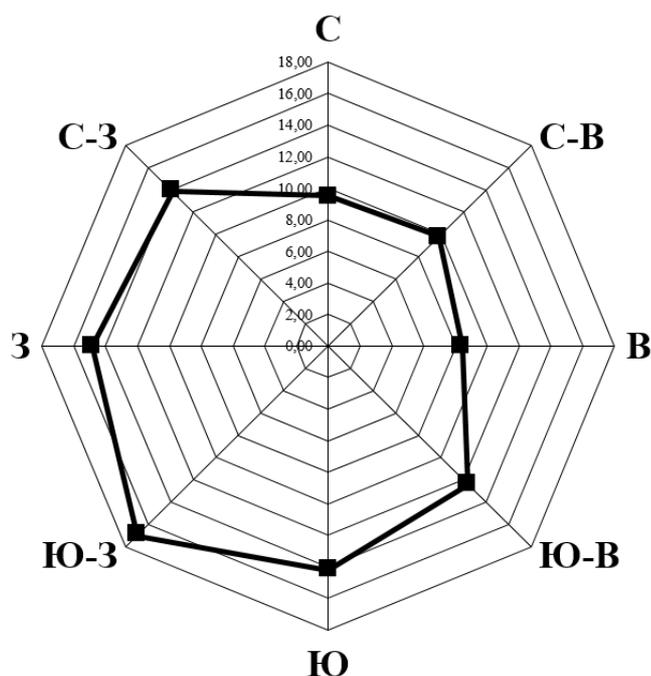


Рис. 1. Роза ветров Тульской области с преобладающим направлением ветра

Таблица 2

Координаты расчетных точек и их соответствие сторонам света

№ расчетной точки	Сторона света	Координата расчетной точки	
		Северная широта, град.	Восточная долгота, град.
1	С	54.166605	37.730828
2	С-В	54.163992	37.736922
3	В	54.157158	37.743961
4	Ю-В	54.151377	37.738553
5	Ю	54.138809	37.718897
6	Ю-З	54.153941	37.706795
7	З	54.154192	37.712461
8	С-З	54.171564	37.710148

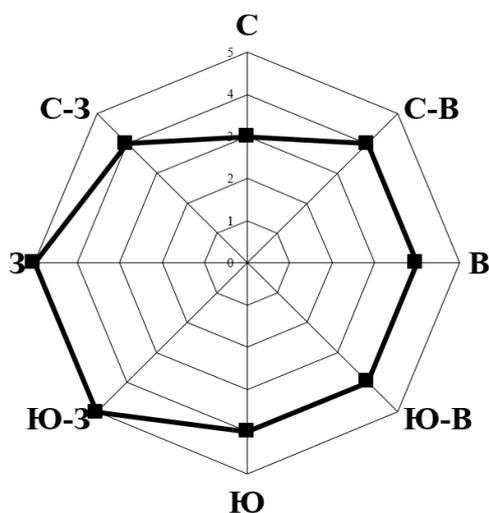


Рис. 2. Нарушение стабильности листьев в соответствии со сторонами света относительно центра предприятия

На рис. 2 показано распределение степени нарушения стабильности листьев по пятибалльной шкале в соответствии со сторонами света относительно центра предприятия.

Для двух участков исследования (в пределах санитарно-защитной зоны и на территории парка, табл. 3) характерен высокий уровень достоверности различий с контрольной выборкой – по критерию Стьюдента (значимость 0,05).

Таблица 3

Статистические величины показателя стабильности развития

Участок	Количество образцов	Средняя арифметическая величина показателя стабильности развития по участку	Стандартное отклонение величина показателя стабильности развития по участку
В пределах СЗЗ предприятия	160	0,053125	0,002416
Территория парка	160	0,0365	0,001604

У растений вида *Betula pendula*, развивающихся в пределах санитарной зоны ПАО «Тулачермет» обнаружены значительные отличия между левой и правой половинами листа, что обусловлено экологическими условиями произрастания, в отличие от растений, обитающих на территории парка.

Определено влияние розы ветров на распределение степени нарушения стабильности растений. Основную роль в распространении загрязняющих веществ играет направленность и скорость ветра. На западе и юго-западе техноферно-измененной территории (эти два направления являются основными по розе ветров в городе Туле) преобладает пятый балл по шкале отклонения от нормы, т.е. критическое значения, характерное для крайне неблагоприятных условий. Северо-запад, юго-восток, северо-восток, восток и юг характеризуются четвертым баллом, север – третьим, что говорит о загрязненной территории.

Точка №2 (табл. 2), находящаяся на территории СНТ в пределах санитарно-защитной зоны характеризуется 4 баллом, т.к. помимо выбросов предприятия территория испытывает техногенную нагрузку от находящейся рядом железной дороги с преобладанием выбросов дизельного топлива.

В парковой зоне растения характеризовались первым и вторым баллом загрязнения. Точки со вторым баллом находились вблизи автотранспортных дорог, поэтому испытывали влияние выбросов автотранспорта.

Таким образом, территория вокруг металлургического предприятия, несомненно, испытывает высокую техногенную нагрузку, которая негативно отражается на растительном покрове.

Список литературы

1. Захаров В.М. *Здоровье среды: методика оценки* / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов. - М.: Урбоэкология, 2000. – 68 с.

2. Соколов О.А. Нитраты в окружающей среде / О.А. Соколов, В.М. Семенов, В.А. Агеев. - Пушино: Экология, 19-88. – 316 с.

3. Боголюбов А.С. Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев / А.С. Боголюбов. – М.: Экосистема, 2002. – 10 с.

4. Кустова Н.Р. Оценка степени деградации растительности в пределах техносферы г.Воронежа / Н.Р. Кустова // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – №2. – С.32-34.

5. Толстова Ю.И. Охрана воздушного бассейна / Ю.И. Толстова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 118 с.

6. Интернет-ресурс - <http://npatula.ru/storage/files/125492901-125492948.pdf>

ПУТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩЕЮ СРЕДУ

К.Г. Короходкина
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** Статья посвящена вопросам рационального использования отходов производства строительных материалов, а также уменьшения выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.*

Воздействие на природную среду как самого строительства, так и его продукции велико. Строительство нуждается в большом количестве различного сырья, строительных материалах, энергетических, водных и других ресурсах, получение которых оказывает сильное воздействие на окружающую природную среду.

Производство строительных материалов – базовая отрасль строительного комплекса. Она относится к числу наиболее материалоемких отраслей промышленности. Учитывая, что многие минеральные и органические отходы по своему химическому составу и техническим свойствам близки к природному сырью, а зачастую имеют и ряд преимуществ, применение в производстве строительных материалов промышленных отходов является одним из основных направлений снижения материалоемкости этого массового производства.

Использование отходов производства, потребления вторичных материальных ресурсов и перевод неиспользуемых отходов в используемые имеет большое значение для охраны окружающей среды, так как это освобождает от нейтрализации, захоронения или уничтожения отходов, а также сокращает энергетические, экономические и другие затраты [1].

Значительный объем отходов, которые могут служить вторичными сырьевыми ресурсами, образуется на самих предприятиях строительных материалов. Это отходы производства нерудных материалов, стекольный и

керамический бой, цементная пыль, отходы производства минеральной ваты и др. Комплексное использование сырья на большинстве предприятий позволяет создавать безотходные технологии, при которых полностью сырьевые ресурсы перерабатываются в строительные материалы.

Первое место по объему и значению для строительной индустрии принадлежит доменным шлакам, получаемым в качестве побочного продукта при выплавке чугуна из железных руд. Доменные шлаки являются ценным сырьевым ресурсом для производства многих строительных материалов и прежде всего портландцемента. Ввод доменных шлаков в сырьевую смесь увеличивает производительность печей и снижает расход топлива на 15 %. Кроме того, шлак как активная добавка значительно улучшает ряд строительно-технических свойств цемента [2,3].

Доменные шлаки стали сырьем не только для традиционных, но и для таких сравнительно новых эффективных материалов, как шлакоситаллы – продуктов, полученных методом каталитической кристаллизации шлакового стекла. По прочностным показателям шлакоситаллы не уступают основным металлам, существенно превышая стекло, керамику, каменное литье, природный камень. Шлакоситаллы в 3 раза легче чугуна и стали, они имеют прочность на истирание в 8 раз выше, чем у каменного литья и в 20-30 раз, чем у гранита и мрамора.

Большое количество отходов в виде золы и шлаков образуется при сжигании твердых видов топлива. В производстве строительных материалов обычно используются золы сухого удаления и золошлаковую смесь из отвалов. Наиболее значительными направлениями использования топливных зол и шлаков являются производство вяжущих, тяжелых и ячеистых бетонов, легких заполнителей, стеновых материалов. В тяжелых бетонах золы используют в качестве активной минеральной добавки и микрозаполнителя, что позволяет снизить расход цемента на 20-30 %. В легких бетонах на пористых заполнителях золы применяют не только как добавки, но и как мелкий заполнитель, а шлаки в качестве пористого песка и щебня.

Значительным выходом отходов, представляющих интерес для производства строительных материалов, характеризуется химическая промышленность. Основными из них являются фосфорные шлаки и фосфогипс. Фосфорные шлаки – отходы при возгонке фосфора в электропечах – перерабатываются, в основном, в гранулированные шлаки, шлаковую пемзу и литой щебень. Гранулированные электротермофос-форные шлаки близки по структуре и составу к доменным и так же с высокой эффективностью могут использоваться в производстве цементов. Использование фосфорных шлаков в производстве стеновой керамики позволяет повысить марку кирпича и улучшить другие его свойства.

Применение фосфогипса эффективно также в производстве портландцемента, где он не только позволяет, как и природный гипсовый камень, регулировать сроки схватывания цемента, но, будучи введенным в сырьевую смесь, выполняет роль минерализатора, снижающего температуру обжига клинкера.

Большая группа эффективных строительных материалов изготавливается из отходов древесины и переработки другого растительного сырья [4]. С этой

целью используют опилки, стружку, древесную муку, кору, сучья, костру и т.д. Из отходов древесины, полученных на различных стадиях ее переработки, изготавливают древесноволокнистые и древесно-стружечные плиты, арболит, ксилолит, опилкобетон, ксилобетон, фибролит, королит, древесные пластики. Все эти материалы в зависимости от области применения разделяют на конструкционно-теплоизоляционные, теплоизоляционные и отделочные.

Широкая утилизация отходов в производстве строительных материалов требует решения ряда организационных и научно-технических проблем. Необходима региональная каталогизация отходов с указанием их полной характеристики. Требуется стандартизация отходов как сырьевых ресурсов в производстве конкретных строительных материалов.

Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. Промышленные отходы, их обезвреживание и возможность переработки / Ю.Н. Пушилина, Я.А. Бригадирова // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики – 10-я Международная Конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики: материалы конференции. – ТулГУ, Тула, 2014. – Т.2. – С. 300-304

2. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин. – М.: Строительство, 2007.

3. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления: учебники и учеб. пособия / В.И. Сметанин. – М.: Колос, 2000.

4. Фахратов М. Эффективная технология использования промышленных отходов в производстве бетона и железобетона / М. Фахратов // Строительные материалы. – 2003. – №12.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ И БЕЗОТХОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

О.А. Савкова

Тульский государственный университет,

г. Тула

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения экологически чистых и безотходных технологий, актуальных на сегодняшний день.

Большую проблему с точки зрения экологии представляет утилизация бытовых и промышленных отходов. В России на санкционированных и несанкционированных свалках, хранилищах, полигонах скопилось около 86 млрд т твердых отходов производства и потребления, что составляет порядка 600 т на каждого жителя страны. (Коммунальные отходы от этого числа составляют примерно третью часть.) Из этой массы на мусоросжигательные заводы поступает приблизительно 5 %, остальное оседает на полигонах и свалках [1].

Кроме того, на территории России накоплено 1,1 млрд т опасных отходов. К ним относятся радиоактивные отходы, пестициды, запрещенные к употреблению или пришедшие в негодность запасы химического оружия, диоксины, которые содержатся в отходах хлорного производства и целлюлозно-бумажных комбинатов.

Ежегодное накопление различных видов твердых отходов в России – 10-15 т на человека, в том числе токсичных – 0,8 т.

В странах Европы многие виды отходов успешно утилизируются.

Особую угрозу для экологии представляют «дикие» свалки, откуда ядовитые вещества и микроорганизмы, попадая в подземные воды, распространяются на многие километры. На таких свалках быстро размножаются крысы, являющиеся переносчиками ящура, лихорадки, сыпного тифа, чумы, гельминтов. В то же время в бытовом мусоре содержится много ценных веществ: органические соединения, годные для удобрения, бумага и картон, стекло, пластмасса, кожа, дерево, металлы. Поэтому разрабатываются проекты и строятся специальные заводы по переработке мусора. Они более безопасны для окружающей среды и одновременно более экономичны, чем мусоросжигательные установки. Сократить накопление отходов позволяет многократное использование стеклянных бутылок, сбор пластмассовых бутылок и полиэтиленовых пакетов для переплавки и т. д. [2,3].

По моему мнению, нет нужды доказывать, что техника все больше совершенствуется. Все больше производится сложных машин и механизмов, которые состоят из самых разнообразных материалов: черных и цветных металлов, пластмасс, дерева, резины, стекловолокна и композитов. Срок службы таких изделий определяется не их физическим износом, а моральным устареванием. Все чаще технически «здоровые» изделия и материалы оказываются на свалке. Но ведь можно их использовать как сырье для новых механизмов, т.е. рециклировать. Цикличность материальных потоков – перспективное направление создания промышленных производств с безотходной технологией.

Безотходная технология – это такой способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле: сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы. Это позволяет сделать минимальным воздействие на окружающую среду и не нарушать ее нормального функционирования.

Большинство современных производств загрязняют окружающую среду выбросами в воздух и в воду своих отходов. Однако эти отходы содержат в себе нужные для хозяйствования вещества: металлы, стекло, бумагу и др. Задача заключается лишь в том, чтобы разработать механизмы выделения этих компонентов из отходов [4]. Наиболее перспективным проектом является создание таких производственных технологий, когда отходы одного процесса используются в качестве сырья для другого. В результате объем твердых, жидких и газообразных отходов, сбросов и выбросов будет минимальным.

Из безотходных технологий в нашей стране наиболее широко используются замкнутые системы промышленного водоснабжения. Создаются установки для получения биогаза из отходов. (В процессе анаэробного

сбраживания остатков сельскохозяйственного производства, избыточной массы активного ила и других органических отходов получается горючий газ.)

Рациональное использование лесов и пахотных земель. Потребительская эксплуатация лесов и пахотных земель ведет человечество к глобальной экологической катастрофе. Примером губительного воздействия человека на лес может служить о. Пасхи, где вырубка деревьев привела к деградации природы, голоду и вымиранию населения.

Для борьбы с вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур необходимо применять настои растений, а также золу, известняк, серу и т.п. При таком подходе возможно получать сельскохозяйственную продукцию высокого качества.

Экологизация сельского хозяйства – необходимое условие выживания и здоровья будущих поколений. В последние годы в странах с интенсивным развитием сельского хозяйства (в развитых странах) активно внедряется так называемое альтернативное земледелие. Отличительными чертами альтернативного земледелия являются: усиленное внимание к севообороту, исключение каких-либо синтетических препаратов в качестве удобрений, переход на использование навоза, микроорганизмов, бордоской жидкости, серы, золы, известняка.

Рациональное использование минеральных ресурсов. Как мы знаем, минеральные залежи планеты ограничены и невозобновимы. Последствия истощения запасов ископаемого сырья и связанное с его добычей и переработкой пагубное воздействие на окружающую среду могут быть уменьшены с помощью новых технологий эффективного и комплексного использования минерального сырья.

Эти новые технологии ориентированы в первую очередь на резкое сокращение потерь при добыче и переработке минерального сырья. Так, при разработке комплексных руд не только добываются основные компоненты, но попутно извлекаются и сопутствующие полезные вещества. (Например, кобальт, никель, титан, ванадий, фосфор и другие элементы, как правило, сопутствуют железорудной породе.)

Использование попутного нефтяного горючего газа, серы и гелия, содержащихся в природном газе многих месторождений нефти, – это еще один путь эффективного использования минерального сырья.

Список литературы

1. Горелов А.А. *Экология: учеб. пособие для вузов* / А.А. Горелов. – М.: «Юрайт», 2001.

2. Мозолевская Е.Г. *Экология, мониторинг и рациональное природопользование* / Е.Г. Мозолевская. – М.: «МГУЛ», 2002.

3. Новиков Ю.В. *Экология, окружающая среда и человек* / Ю.В. Новиков. – М.: «Файр-Пресс», 2005.

«ЗЕЛЕНАЯ» АРХИТЕКТУРА

О.А. Белошапко
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. Статья раскрывает вопросы, связанные с «зеленой» архитектурой, тенденции в сфере озеленения фасадов зданий, оздоровления жилого комплекса.

По мере роста численности населения и следующей за ним урбанизацией все больше возрастает разрушающее действие человеческого фактора на окружающую среду. Например, одним из вредных производств следует считать и массовое строительство разнообразных зданий и сооружений, необходимых человеку для комфортного существования в городской среде. В наше время, когда с понятием «экология» знаком каждый школьник, архитекторы всего мира стремятся к применению в своих проектах разработок альтернативных источников энергии, тепла, очищения воды и воздуха. Так возникло целое направление в архитектуре, называемое «зеленой архитектурой» [1,2].

Основная идея «зеленого» строительства заключается в том, что на любом этапе архитектурного проектирования здания, его строительства, эксплуатации и ремонта, а также разрушения применяются экологические инновации и технологии. «Зеленые» здания – это воплощение максимально эффективных сооружений с их минимальным воздействием на окружающую среду.

Поначалу, слыша термин «зеленая» архитектура, люди представляют участки крыш зданий с газонной травой или сохранённые деревья внутри помещений, но при дальнейшем рассмотрении этого понятия, мы увидим, что «зеленое» строительство – это целая экологическая концепция инженерных, архитектурных и дизайнерских решений. Существует ряд признаков, по которым можно причислить здание к «зеленым».

Первым является правильная локация. Вы не увидите «зеленое» здание в местах, близких к лесам, плодородным почвам или другим не возобновляемым природным ресурсам. В основном, их строительство разворачивается в восстановленных бывших промышленных зонах.

Вторым признаком любого экологического строительства считается энергоэффективность здания. Крупнейшими потребителями энергии здания являются его отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. И здесь, главная задача минимизации негативных воздействий на окружающую среду ложится на плечи инженеров и конструкторов [4]. Путем применения альтернативных источников энергии, таких как установка солнечных панелей, солнечного водонагревателя, использование изоляционных окон и их расположение вокруг здания для лучшего естественного освещения помещений, использование ветра и гидроэнергии, происходит снижение энергозатрат здания и уменьшение воздействий на природу.

Еще одним важным признаком «зеленого здания» является разумное использование воды в «зеленом» здании. Сбор дождевой воды для охлаждения здания и орошения земельных участков, использование очищенной дождевой воды для повторного применения, использование незагрязненной воды из раковин и душевых для слива туалетов, установка приборов, регулирующих

давление воды, а также уменьшение длины водопровода внутри здания посредством его объемно-планировочного решения помогают минимизировать расходы воды в ходе эксплуатации.

Нельзя не упомянуть и безотходное проектирование. Во-первых, это адаптация архитекторами и инженерами старых зданий к их повторной эксплуатации. Это возможность открыть зданию «второе дыхание», усовершенствовав его. Во-вторых, нередко и полностью сборные здания, не требующие выполнения лишних строительных работ на участке. Изготовленная в заводских условиях заготовка отправляется на место проектирования, где строителям остается лишь собрать ее. Таким образом, существенно сокращаются строительный мусор и отходы, образующиеся в ходе возведения, эксплуатации, реконструкции и сноса здания.

К перечню признаков «зеленых» зданий также относится применение преимущественно органических материалов вместо синтетических. Например, на самой стройплощадке, особенно при сносе можно найти глину, дерево, некоторые горные породы и гравий, которые могут быть использованы повторно [6]. Но главным плюсом органических материалов является их нетоксичность для окружающей среды.

Последним, но не менее значимым признаком экологичного здания считают его внутренний микроклимат. Комфортный и безопасный микроклимат обеспечивается внутренней отделкой из экологически-чистых материалов, регулированием влажности внутри помещения и хорошей системой вентиляции.

В настоящее время третья часть углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу, приходится на здания. Их обслуживание стоит нам в целом около 40% энергетических ресурсов. Современные экологические инновации в архитектуре и новейшие технологии применения возобновляемых источников энергии все же способны уменьшить отрицательное воздействие зданий на окружающую среду, а передовые архитектурные проекты молодых специалистов, проекты эко-небоскребов и целых эко-городов дают надежду на то, что «зеленая» архитектура продолжит свою борьбу за будущее, максимально лояльное к природе на нашей планете.

Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. Применение зеленых насаждений в архитектуре -// *Инновационные наукоемкие технологии: доклады VI международной научно-практической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2019. – С.47-50*

2. Пушилина Ю.Н. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье современного человека / Ю.Н. Пушилина // *Современные проблемы экологии. XXIV международная научно-практическая конференция. – 2020. – С. 90-95. (eLIBRARY ID: 42877864).*

3. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015. – 300 с.*

4. Горелов А.А. *Экология: учеб. пособие для вузов / А.А. Горелов. – М.: «Юрайт», 2001.*

5. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек / Ю.В. Новиков. – М.: «Файр-Пресс», 2005.

6. Озеленение населённых мест [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru>, свободный. (Дата обращения 5.10.2015г.).

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Е.Ю. Сорокина
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема оказания негативного влияния производства строительных материалов на окружающую среду. Определены основные требования, предъявляемые к стройматериалам. Приведены основные мероприятия по защите среды обитания от воздействия производства строительных материалов.*

С развитием строительства, новых технологий ежегодно увеличивается ущерб, который мы наносим природе. Около 50 % всего объема отходов приходится на строительную индустрию. Производство строительных материалов в наибольшей степени, чем другие отрасли потребляет отходы промышленных производств. Стройматериалы оказывают влияние на экологическую обстановку как внутри, так и за пределами здания. Именно поэтому данная проблема очень важна [1,4]. Необходимо найти способы, которые снизят негативное влияние на окружающую среду.

В настоящее время Европа стремится выработать единые стандарты для сертификации производимых и импортируемых строительных материалов. Пока данная система полностью не вступила в действие, в каждой стране применяются национальные системы сертификации.

Общие требования к стройматериалам таковы: они должны быть здоровыми, гигиеничными и не наносить вреда окружающей среде, то есть:

- не испускать токсичных газов;
- не испускать радиоактивного излучения;
- не загрязнять ни воды, ни почвы;
- отходы строительства не должны стать дополнительным источником загрязнения окружающей среды;

- строительные материалы не должны способствовать накоплению влаги на конструктивных частях и внутри построенных помещений.

Уменьшить отрицательное воздействие среды обитания на человека возможно за счет создания экологически эффективных новых композиционных материалов полифункционального назначения и умелого применения их в промышленном и гражданском строительстве.

Традиционно на стадии проектирования строительных объектов специалистов прежде всего интересуют физико-механические характеристики и

эстетические свойства строительных материалов. Например, выбор отделочных материалов чаще всего определен их фактурой, цветом, цвет стойкостью, долговечностью покрытий [2].

Однако экологическая ситуация заставляет помимо декоративных качеств учитывать защитные свойства материалов, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности человека в конкретном регионе его проживания. За последние десятилетия создана широкая номенклатура новых композиционных материалов, обладающих защитными свойствами от воздействия вредных экологических факторов.

Среди них эффективные стеновые материалы, теплоизоляционные, звукоизоляционные, радиационно-защитные, гидроизоляционные, герметики и ряд других.

Матричным материалом этих композитов чаще всего являются традиционные и альтернативные минеральные и органические вяжущие вещества, а в качестве наполнителя используются высокодисперсные промышленные отходы ряда производств, обладающих значительным запасом свободной внутренней энергии, участвующей в процессах структурообразования этих материалов с целью получения заданных физико-механических и защитных характеристик [3].

Введение в состав отделочных материалов ионов тяжелых металлов позволяет сочетать их высокие декоративно-художественные качества и надежную защиту от жестких ионизирующих излучений. Такими свойствами обладает стекло, керамика, которая сама по себе является экологически чистым материалом, так как ионы тяжелых металлов находятся в стекловидной фазе и не являются водорастворимыми. Это, пожалуй, единственный надежный способ утилизации гальванических шламов, накопившихся практически во всех экономических регионах РФ.

Во многих регионах России в последние годы постоянно возрастает объем промышленных отходов, используемых строительной индустрией взамен природного сырья.

Это одно из главных направлений выхода из глобального и регионального экологического кризиса. Противоречия человека и экосистемы заключаются именно в том, что для искусственных производственных процессов человечеством избираются ресурсы, максимально готовые к употреблению, так как они требуют минимальных затрат труда.

В мероприятиях по защите среды обитания от воздействия производства строительных материалов рассматривается совокупность вопросов различной деятельности человека, направленной на устранение воздействия антропогенных факторов, совершенствование и рациональное использование природных ресурсов. В строительной деятельности человека к таким мероприятиям относятся:

- градостроительные меры, направленные на экологически рациональное размещение предприятий, населенных мест и транспортной сети;
- архитектурно-строительные меры, определяющие выбор экологических объемно-планировочных решений;

- выбор экологически чистых материалов при проектировании и строительстве;
- строительство и эксплуатация очистных и обезвреживающих сооружений и устройств;
- рекультивация земель;
- меры по борьбе с загрязнением почв;
- использование безотходных технологий и др.

Для предотвращения загрязнения поверхности Земли нужны предупредительные меры – не допускать засорения почв промышленными и бытовыми сточными водами, твердыми бытовыми и промышленными отходами, нужна санитарная очистка почвы и территории населенных мест, где такие нарушения были выявлены.

Таким образом, пока единственным путем существенного уменьшения загрязнения окружающей среды являются малоотходные технологии. В настоящее время создаются малоотходные производства, в которых выбросы вредных веществ не превышают предельно допустимых концентраций (ПДК), а отходы не приводят к необратимым изменениям природы. Используется комплексная переработка сырья, совмещение нескольких производств, применение твердых отходов для изготовления строительных материалов.

Создаются новые технологии и материалы, экологически чистые виды топлива, новые источники энергии, снижающие загрязнение окружающей среды.

Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. Экологическая безопасность строительных технологий / Ю.Н. Пушилина // *Дизайн XXI века. IV Всероссийская научно-практическая интернет-конференция с международным участием.* – Тула, 2020. – С. 304-308.
2. Авраменко С.В. *Современные проблемы экологии* / С.В. Авраменко. – М., 2004.
3. Израэль Ю.А. *Экология и контроль состояния природной среды* / Ю.А. Израэль. – М., 2007.
4. Малахов А.Г. *Выброс токсичных металлов в атмосферу и их накопление в поверхностном слое земли* / А.Г. Малахов, Э.П. Маханько. – М., 2010.

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД Г. ТУЛЫ И ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Панарин, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. Проведено исследование качества поверхностных вод Тулы и Тульской области. Сформированы таблицы и диаграммы содержания загрязняющих веществ, выявлены источники негативного влияния на гидросферу.

Экологические проблемы Тульской области обусловлены, прежде всего тем, что на относительно небольшой территории собрано большое число предприятий машиностроения, химической и металлургической промышленности, несколько мощных тепловых электростанций. Поэтому из всех областей центра России Тульская область по концентрации промышленных и энергетических предприятий уступает только Московской.

Территория Тульской области насчитывает 1682 рек, речек и ручьев, суммарной протяженностью 11 тыс. км. Примерно 80 % из них относятся к бассейну р. Оки и 20 % – к бассейну р. Дон. Средняя густота речной сети составляет 0,4 км/км². Общий объем поверхностных вод составляет 1,74 км³. [1]

В 2019г. Управлением Роспотребнадзора по Тульской области проводилась работа по гигиенической оценке водных объектов. Количество постоянных створов составило 53 (в 2018 г. – 53, в 2017 г. – 56). Специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области» было проанализировано 868 проб природной воды (в 2018 г. – 891, в 2017 г. – 779) на санитарно-химические, микробиологические, паразитологические показатели и радиоактивные вещества, из них не соответствовало требованиям гигиенических нормативов – 69 пробы или 7,9 % (2018 г. – 72 пробы (8,1 %), 2017 г. – 91 проба (11,6 %)).

На санитарно-химические показатели было исследовано 169 проб воды (2018 г. – 150 проб, 2017г. – 167 проб), доля проб воды из водоемов, не соответствующих санитарным 10 требованиям по санитарно-химическим показателям составила 24,8 % (2018 г. – 24,7 %, 2017г. – 26,3 %) (рис. 1).

Специалистами ФГБУ «Тульский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Тульский ЦГМС) ежегодно производится оценка уровня загрязнения поверхностных водных источников Тулы и Тульской области на основе результатов гидрохимических наблюдений в 21 створах.



Рис. 1. Процент неудовлетворительных проб воды водоемов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям в 2017-2019 гг.

Качественные и количественные показатели воды реки Дон (участок г. Донской) в 2019 году классифицируется 4 классом качества разряда «Б» (грязная) в фоновом створе. Значительное превышение ПДК наблюдается по аммонийному азоту, а также по БПК₅. [1]

Качественные и количественные показатели воды реки Красивая Меча (г. Ефремов) в 2019 году классифицируется разрядом класса 3А «Загрязненная» (в створе выше города) и 3Б «Очень загрязнённая» (в контрольном нижнем створе и в створе 2,9 км ниже города). Значительные превышения ПДК наблюдается по БПК₅, биогенным элементам и ХПК. Кислородный режим удовлетворительный (концентрация растворенного в воде кислорода не ниже 8,72 мг/дм³). [1]

Качественные и количественные показатели воды реки Ока (г. Белев) в 2019 году классифицируется разрядом 3А «Загрязненная». Значительное превышение ПДК наблюдается по БПК₅ и ХПК, а также нитритному азоту. Загрязненность медью низкого уровня, а органическими веществами – среднего уровня, загрязнённость фенолами уменьшилась. Растворенный в воде кислорода не ниже 7,88 мг/дм³. [1]

Качественные и количественные показатели воды реки Ока (г. Алексин) в 2019 году классифицируется классом 3Б «Очень загрязнённая». Значительное превышение ПДК наблюдается по БПК₅ и по ХПК, общему железу. Дефицита кислорода на рассматриваемом участке нет (минимальная концентрация 8,83 мг/дм³). [1]

Качественные и количественные показатели воды реки Упа (г. Тула) в 2019 году классифицируется 4А «Грязная». Значительное превышение ПДК наблюдается по БПК₅, медь и нитритный азот, загрязнённость которыми классифицируется как характерная среднего уровня. [1]

Качественные и количественные показатели воды реки Воронка (д. Ясная Поляна) осталось в разряде 4Б «Грязная». Значительное превышение ПДК наблюдается по БПК₅, нитритному азоту и меди. Кислородный режим удовлетворительный (минимальная концентрация кислорода 7,16 мг/дм³). [1]

В настоящее время критическое загрязнение поверхностных водных объектов Тулы и Тульской области в первую очередь связано с водоотведением загрязненных или недостаточно очищенных сточных вод множества машиностроительных, металлообрабатывающих и других промышленных объектов, сосредоточенных на территории нашего региона. На рисунке 2 представлены годовые объемы сброса нормативно чистых и недостаточно очищенных сточных вод.

На основании данных годовых отчетов «Об экологической ситуации в Тульской области» на период с 2010 по 2019 годы составлена диаграмма изменения общего объема сброса сточных вод в поверхностные водные объекты (рис. 3).

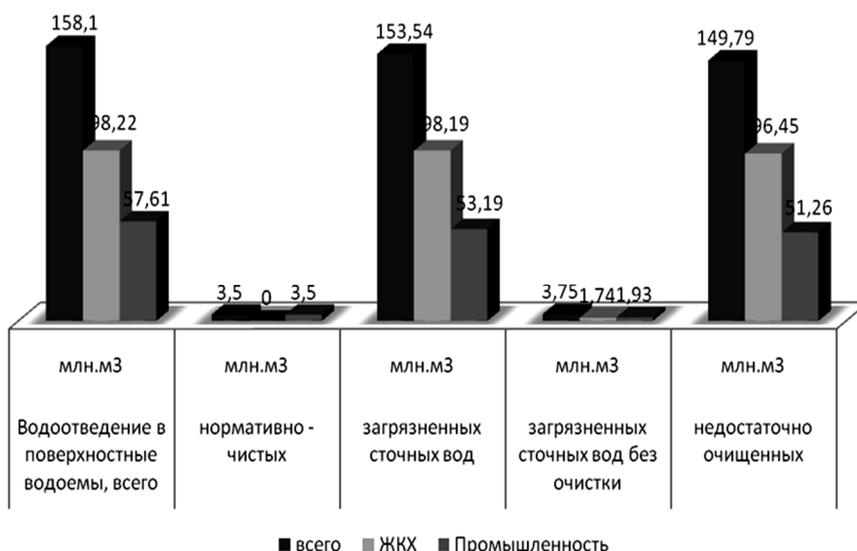


Рис. 2. Показатели водоотведения в 2019 году

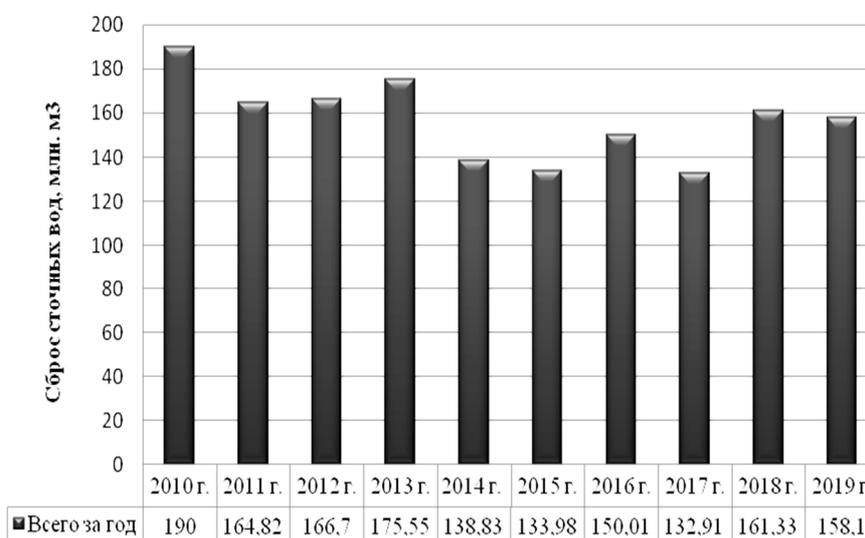


Рис. 3. Изменение годового объема сбросов сточных вод в период с 2010 по 2019 гг.

Самый большой годовой объем сброса загрязнённых сточных вод наблюдался в 2010 году и составил 190,0 млн. м³. На диаграмме рисунка 4 представлен вклад в общий объем стоков основных предприятий.

На сегодняшний день кроме органолептической оценки (температура, кислотность, запах, привкус, мутность и цветность воды), дающей как прямую, так и косвенную информацию о составе воды, широко применяется анализ по санитарно-химическим показателям. Наиболее распространенными из них являются:

- перманганатная окисляемость (кислородный эквивалент легкоокисляемых примесей) – параметр ХПК, позволяющий максимально полно оценить степень загрязненности воды органическими компонентами;
- БПК (кислородный эквивалент степени загрязненности сточных вод биохимически окисляемыми органическими веществами).
- азот органических и неорганических соединений;
- фосфор фосфатов.

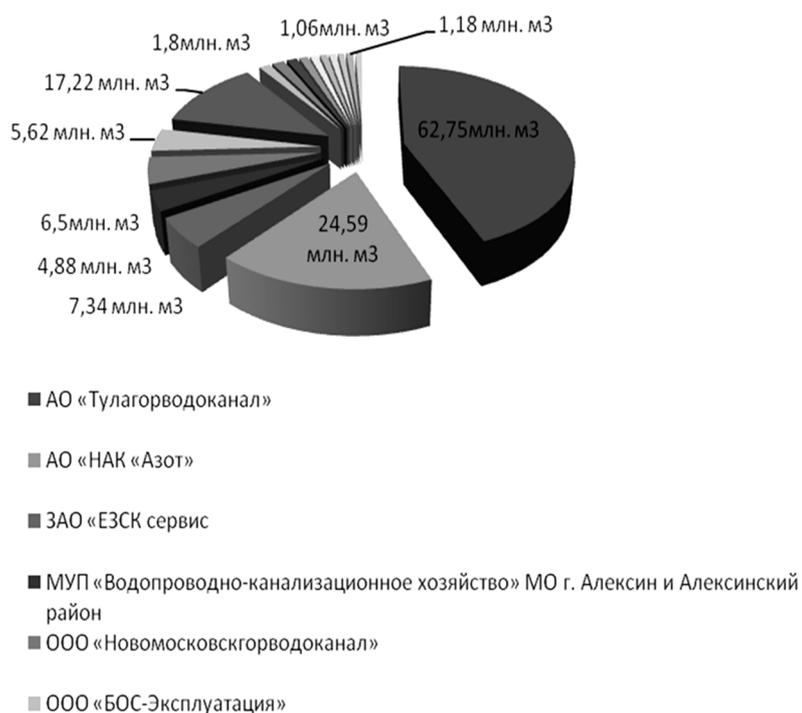


Рис. 4. Вклад загрязненных сточных вод различными предприятиями

Рассмотрим годовую динамику изменения сбросов взвешенных веществ, БПК и железа (рисунки 5, 6) нескольких крупных предприятий.

Влияние экологии на здоровье человека в России сегодня составляет 25-50 % от совокупности всех воздействующих факторов. По прогнозам экспертов, через 30-40 лет зависимость физического состояния и самочувствия граждан РФ от экологии возрастёт до 50-70 %.[3]

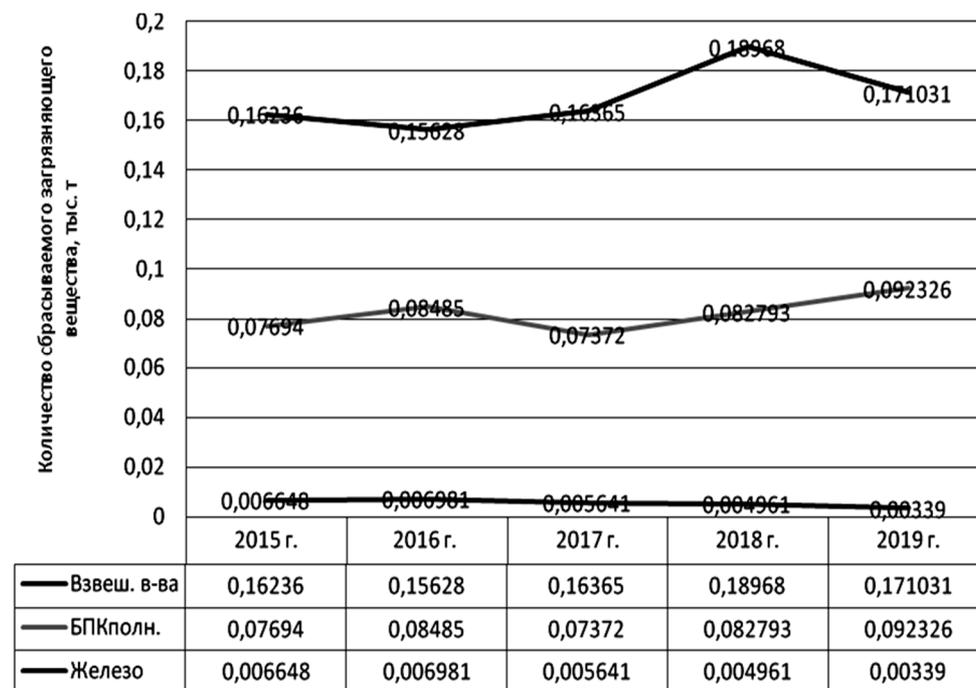


Рис. 5. Годовая динамика изменения сбросов взвешенных веществ, БПК и железа ОАО «Щекиноазот» в период с 2015 по 2019 гг.

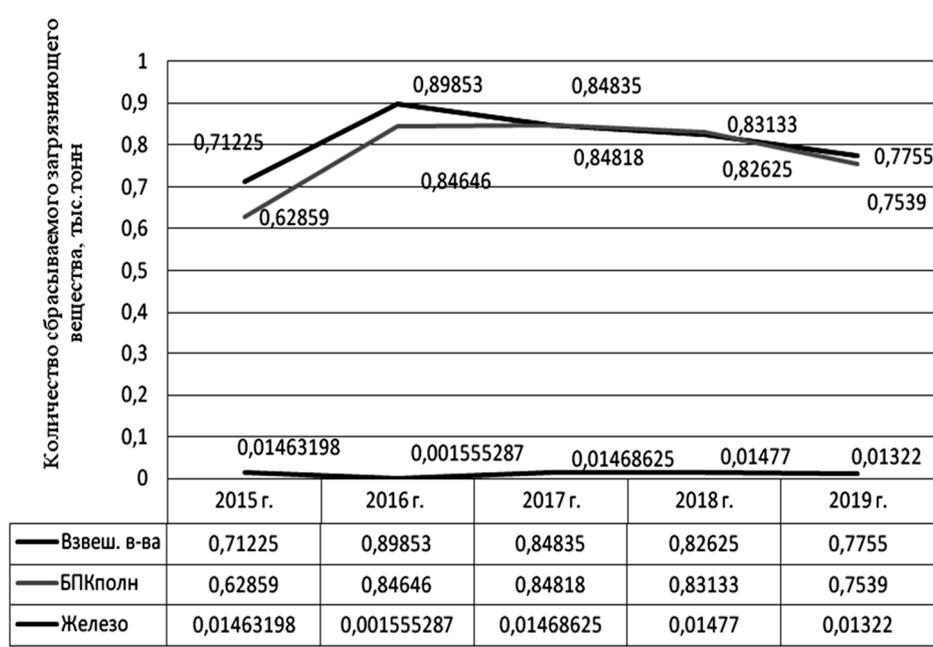


Рис. 6. Годовая динамика изменения сбросов взвешенных веществ, БПК и железа АО «Тулагорводоканал» в период с 2015 по 2019 гг.

В соответствии с данными Территориального органа государственной статистики численность населения Тульской области ежегодно сокращается. Среди основных причин смертности населения первое ранговое место занимают болезни системы кровообращения (41,1%), на втором месте находятся злокачественные новообразования (16,6 %), на третьем месте – несчастные случаи, отравления и травмы – 6,8 % (рис. 7).

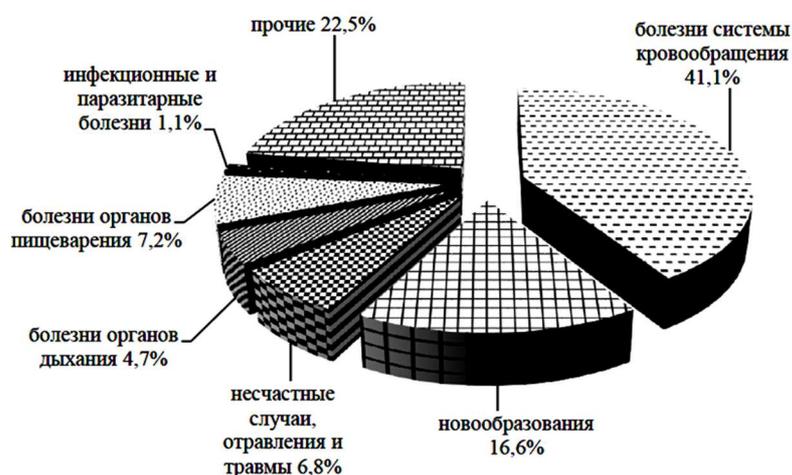


Рис. 7. Структура общей смертности населения в Тульской области в 2019 г.

В настоящее время правительство реализует экологические программы по реабилитации и восстановлению водоемов. Но решать столь сложные вопросы нужно комплексно: разрабатывать системы автоматизированного контроля для дистанционного мониторинга состояния поверхностных водных объектов гидросферы, позволяющие осуществить сбор, обработку и хранение информации с датчиков контроля; провести экологический анализ информации;

выработать управленческие решения по предотвращению негативных последствий в случае повышения концентрации загрязняющих веществ.

Данные исследования проводились и финансировались в рамках гранта правительства Тульской области в сфере науки и техники 2019 года.

Список литературы

1. «Доклад об Экологической ситуации в Тульской области за 2019 год» <https://ekolog.tularegion.ru/upload/iblock/e25/e25ffbcd194208f9c3daf58fb77872ab.Pdf>.

2.«Доклад об Экологической ситуации в Тульской области за 2018 год» <https://ekolog.tularegion.ru/upload/iblock/ee6/ee63762ea7ea189786e259169a5ac9ab.pdf>.

3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тульской области в 2019 году».

4. Панарин В.М. Технологические сточные воды гальванического производства как источник антропогенного загрязнения гидросферы / В.М. Панарин, В.П. Мешалкин, Е.М. Рылеева // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: 12- я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. В 2 т. Т. 2: материалы конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. – С.105 – 111.

5. Патент «Система автоматизированного контроля параметров окружающей среды» ⁽¹⁹⁾ Ru ⁽¹¹⁾ 2674568 ⁽¹³⁾ C1; G01W 1/04 (2006.01). Авторы: Панарин В.М., Рылеева Е.М., Рерих В.А., Панферова Ю.А.

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ Р.УПА Г.ТУЛЫ И ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Панарин, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г.Тула

***Аннотация.** Для обеспечения надлежащего санитарного состояния окружающей среды необходимо проводить регулярный контроль за качеством поверхностных водных источников. В данной работе представлена разработанная автономная система дистанционного мониторинга.*

На сегодняшний день поверхностные водные объекты Тулы и Тульской области, в том числе р. Упа, являются загрязненными по ряду параметров. В первую очередь это связано с водоотведением загрязненных или недостаточно очищенных сточных вод множества машиностроительных, металлообрабатывающих и других промышленных объектов нашего региона.

В соответствии с Федеральным законом № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями от 2019 года) обязанность по организации и осуществлению производственного контроля лежит на всех без исключения работодателях.

Однако, производственный контроль за составом сточных вод после очистки, эффективностью обеззараживания, проводимый по индивидуальным планам – графикам, согласованным с Роспотребнадзором, с учетом технологии предприятия, технологии очистки и результатов мониторинга качества воды ближайшего водоема, прилегающего к водосборной территории объекта достаточно сложен, трудоемок и не всегда дает достоверные результаты.

Поэтому, в настоящее время, Федеральным законом от 29.07.2018 N 252-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и статьи 1 и 5 Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в части создания систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ», устанавливается, что промышленные объекты I категории, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, виды которых устанавливаются Правительством РФ, должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета показателей сбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов и сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на основании программы создания системы автоматического контроля.

Должны быть также установлены технические средства фиксации и передачи информации о показателях выбросов и сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на основании программы создания системы автоматического контроля. В случае неисполнения предписаний ФЗ, на предприятия налагаются штрафы (за нарушение требования промышленной в соответствии с частью 1 статьи 9.1 КоАП РФ: должностному лицу – от 20 тыс. до 30 тыс. руб.; юридическому лицу и индивидуальному предпринимателю – от 200 тыс. до 300 тыс. руб.)

Специалисты кафедры ОТиОС ТулГУ подобными вопросами занимаются с 2000 г. На сегодняшний день с рядом инновационных компаний при ТулГУ разработана система автономного дистанционного мониторинга измерения загрязняющих веществ в контролируемых створах предприятия, которая предназначена для определения координат местоположения подвижного объекта в любой точке планеты и обработки технологических параметров с последующей передачей данных по каналу GSM. Также в целях энергосбережения изделие способно вести архив и выходить на связь в назначенное время для передачи данных.

В задачах автономной системы дистанционного мониторинга стоит автоматическая работа согласно заранее загруженному маршрутному заданию.

Редактирование и загрузка заданий происходит через программное обеспечение (ПО) управления системы. Загрузка осуществляется посредством спутникового канала связи Iridium. В ПО управления автономной системы дистанционного мониторинга выполняется контроль за выполнением задания, работой датчиков, а также его местоположением, которое отображается на экране в виде мнемосхемы и на карте. Маршрутное задание в процессе выполнения может быть отменено, либо загружено другое, новое задание.

Структурно автономная система дистанционного мониторинга состоит из следующих модулей:

- модуль расчетов: выполняет задачу по обработке, хранению полученных данных;

- модуль связи и навигации – отвечает за определение местоположения, получение маршрутных заданий и отправку статусов выполнения;

- модуль управления двигателями – управление силовой установкой;

- автоматический модуль обхода препятствий: в задачах стоит получение информации с сенсоров обхода препятствий (надводных и подводных). Данный модуль в зависимости от обстановки вблизи судна может внести изменения в ранее полученные маршрутные задания с целью избежания повреждений автономной системы дистанционного мониторинга. После устранения причины срабатывания модуля обхода препятствий, автономная система возвращается к выполнению ранее полученного задания.

- модуль заданий – блок, предназначенный для подключения и управления различного дополнительного оборудования.

Разработаны технические решения построения цифровой сети автономной системы дистанционного мониторинга с элементами дополненного пилотирования морских подвижных объектов на базе спутниковых каналов связи. Цифровая сеть строится на основе собственной разработки блока «LOOKOUT – SmartVessel», обеспечивающего каналы связи через системы спутниковой связи.

Для оптимизации процессов управления в системе предусмотрен процесс самообучения по средствам алгоритма нейронных сетей. Для реализации работы алгоритма, производится логирование в базе всех показаний датчиков судна в определенный момент времени. Это позволит на основе собранных данных обучать нейронную сеть с целью оптимизации прокладываемых маршрутов, выбора оптимальной скорости и глубины плавания, что в перспективе позволит снизить энергопотребление и, как следствие, повысить время автономной работы автономной системы.

В процессе проводимой работы были определены основные пользовательские требования к системе спутникового мониторинга «LOOKOUT – SmartVessel» для пилотирования подвижных объектов автоматизированной системы:

- получение данных на уровне web приложения с заданной периодичностью;

- хранение получаемых GPS/ГЛОНАСС данных в энергонезависимой памяти;

- обеспечение связи по спутниковому каналу;
- обеспечение связи по GSM каналу (характеристики беспроводной связи GSM: стандарт беспроводной связи – GSM 850/900/1800/1900/2100, модуль связи - встроенная антенна, два SIM – чипа, 1 SIM - карта);
- применение алгоритма сжатия для передаваемых данных;
- определение наличия/отсутствия движения судна, на котором установлена Система;
- хранение конфигурационных данных во внутренней памяти;
- возможность удалённого обновления конфигурационных данных;
- возможность удалённого обновления встраиваемого программного обеспечения системы;
- удалённый сбор информации с датчиков с использованием радиоканала;
- возможность перехода устройства в режим низкого потребления энергии;
- степень защиты корпуса не ниже IP65;
- работа оборудования от двух бортовых источников питания (основного и резервного),
- наличие автономного батарейного блока питания аппаратного ядра системы;
- работа модуля «Монитор SmartVessel» для отображения всех ключевых параметров
- мониторинг автономной системы дистанционного мониторинга и вывода информации о нештатных и аварийных событиях на пульт управления для дежурной вахты;
- сбор данных с датчиков контроля состояния двигателя и систем.

Общие виды конструктивного исполнения автономной системы дистанционного мониторинга представлены на рисунке 1.

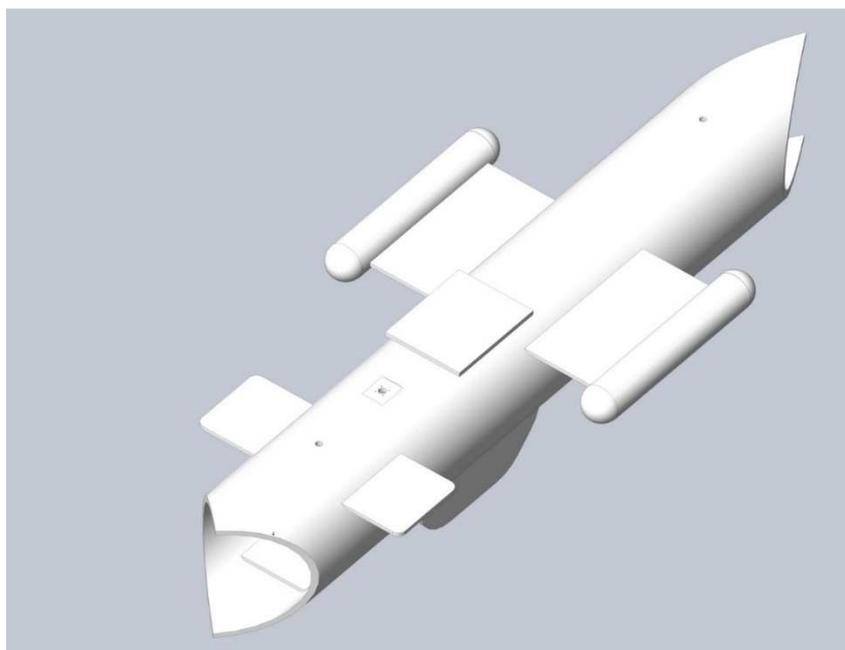


Рис. 1. Общий вид конструктивного исполнения автономной системы дистанционного мониторинга

В рамках выполнения работы проведены полевые испытания автономной системы дистанционного мониторинга.

Режим движения – автоматический

Маршрут движения 5 координатных точек

Протяженность маршрута около 300 метров

Средняя скорость движения – 1.1 м/с

Вес – около 50 кг

Тип движителя – электрический, два мотора.

При старте автоматика определяет курс движения и необходимую поправку для движения к первой точке. По приходу в точку модуль управления двигателем отдает команду на остановку системы. Согласно заложенному маршрутному заданию, после нахождения в первой точке 5 секунд происходит дальнейшее движение по маршруту. Отработав все заложенные точки, автономная система дистанционного мониторинга останавливается в последней навигационной точке и ожидает дальнейших входных команд. Трек движения во время испытаний в реальных условиях приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Трек движения автономной системы дистанционного мониторинга во время испытаний в реальных условиях

Согласно данным доклада «Об экологической ситуации в тульской области за 2019 год» и ФГБУ «Тульский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (на основе статистической обработки результатов гидрохимических наблюдений в контрольных створах), качество воды реки Упа (г. Тула) во всех створах осталось на прежнем уровне – в обоих контрольных створах – 4А «Грязная», замыкающем осталось в классе – разряде 4Б «Грязная». Превышения ПДК наблюдаются по 11-12 показателям из 14. Основной вклад в оценку загрязненности водотока в фоновом створе вносят органические вещества по БПК₅, медь и нитритный азот, загрязнённость которыми классифицируется как характерная среднего уровня. В обоих контрольных створах основное влияние на качество воды оказывают нитритный и аммонийный азот, органические вещества по БПК₅ и ХПК, медь, загрязнённость которыми относится к характерной среднего уровня. На всём участке в отчётном

году произошло незначительное увеличение концентраций органических веществ по БПК₅, но существенно увеличилось ХПК. Содержание аммонийного азота осталось на уровне предшествующего года. Содержание нитритного азота немного увеличилось на всем участке.

В рамках выполняемой работы в ходе полевых испытаний автономной системой дистанционного мониторинга был произведен отбор проб в трех точках:

1. в районе Павшинского моста;
2. в районе набережной г.Тулы;
3. в районе моста предприятия ПАО «Тулачермет».

Результаты анализа проб природной воды р.Упа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Качественные и количественные параметры проб природной воды р. Упа

№ п/п	Определяемая характеристика, ед.изм.	Шифр пробы		
		точка 1	точка 2	точка 3
1	рН, ед.рН	7,66±0,05	7,74±0,05	7,71±0,05
2	Ион аммония, мг/м ³	0,71±0,25	0,44±0,15	0,64±0,22
3	Нитрат-ион, мг/м ³	10,65±2,35	10,17±2,24	10,80±2,38
4	Сульфат-ион, мг/м ³	268,97±43,03	249,76±39,96	259,36±41,5
5	Взвешенные вещества, мг/м ³	3,4±0,6	1,6±0,3	1,4±0,3
6	БПК ₅ , мг/м ³	3,0±0,4	3,6±0,5	0,7±0,1
7	Нефтепродукты, мг/м ³	0,082±0,029	0,052±0,018	0,033±0,011
8	Железо общее, мг/м ³	2,01±0,3	0,6±0,09	0,41±0,1

В настоящее время правительство Тульской области реализует экологические программы по реабилитации и восстановлению водоемов. Но решать столь сложные вопросы нужно комплексно.

В Тульском промышленном регионе сосредоточено множество машиностроительных, металлообрабатывающих и других предприятий, на которых образуется значительное количество токсичных сточных вод с концентрациями загрязняющих веществ превышающих этот уровень в десятки раз, при этом бытовые и промышленные стоки проникают в подземные воды, являющиеся, как правило, основным источником питьевого водоснабжения. Поэтому разработка автономной системы дистанционного мониторинга является актуальной, своевременной и определяется потребностями и особенностями Тульской области.

Данные исследования проводились и финансировались в рамках гранта правительства Тульской области в сфере науки и техники 2019 года.

Список литературы

1. «Доклад об Экологической ситуации в Тульской области за 2019 год» <https://ekolog.tularegion.ru/upload/iblock/e25/e25ffbcd194208f9c3daf58fb77872ab.Pdf>.

2.«Доклад об Экологической ситуации в Тульской области за 2018 год»
<https://ekolog.tularegion.ru/upload/iblock/ee6/ee63762ea7ea189786e259169a5ac9ab.pdf>.

3. Панарин В.М. Принципы разработки новых структур и алгоритмов работы диспетчерского сетевого программного обеспечения / В.М. Панарин, Р.А. Контюков, А.А. Горюнкова, К.В. Гришаков // Современные проблемы экологии: доклады XV Междунар. науч.-технич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2016. – С.80-83.

4. Панарин В.М. Технологические сточные воды гальванического производства как источник антропогенного загрязнения гидросферы / В.М. Панарин, В.П. Мешалкин, Е.М. Рылеева // Социально–экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: 12- я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. В 2 т. Т 2: материалы конференции. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. – С.105-111.

5. Патент «Система автоматизированного контроля параметров окружающей среды» ⁽¹⁹⁾ Ru ⁽¹¹⁾ 2674568 ⁽¹³⁾ C1; G01W 1/04 (2006.01). Авторы: Панарин В.М., Рылеева Е.М., Рерих В.А., Панферова Ю.А.

6. Протоколы анализа проб № 3.1-0081-2020, № 3.1-0082-2020 от 26.10.2020 г.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В РАМКАХ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

О.В. Гришакова, Н.Н. Афанасьева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье описываются пути ресурсосбережения в условиях экологизации производства. В работе рассмотрены основные подходы к экологизации на производстве; проанализированы основные черты экологического производства, в том числе с экономической точки зрения.

В основе экологизации производственных ресурсных циклов лежит ресурсосбережение, основанное на передовых технологиях переработки природных компонентов, и их движение от первичного состояния к потребителю в виде готовой продукции и дальнейшее использование в последующих циклах. Пути ресурсосбережения показывают, что в основу рационального природопользования положено максимальное сбережение ресурсов на всех стадиях производства и использования.

Природные компоненты выступают лишь начальным или промежуточным звеном в длинной цепи ресурсных циклов, которая связывает природу и продукцию производства, поступающую к потребителю, а для последнего неважно, сколько первичного природного компонента было использовано при изготовлении. Поэтому производство должно исходить не из

природных компонентов, т.е. не от того, сколько их можно использовать, а от количества тех природных компонентов, которые дойдут до потребителя в составе готовой продукции.

Такой подход в рациональном природопользовании требует тщательного анализа взаимозаменяемости и дополняемости факторов производства (трудовые ресурсы, средства производства, природных компонентов) в народном хозяйстве с позиций конечного результата ради возможности экономии природных компонентов при сохранении количества и качества производимой продукции. Таким образом, оптимизация взаимодействия факторов роста производства, их комбинирование позволяет снизить нагрузку на природные компоненты, а значит и на природу. Только с учетом такой взаимозаменяемости факторов, с точки зрения экономического и экологического подхода, определяются реальные потребности общества в природных компонентах.

Реализация возможна путем:

- построения для каждого природного компонента природно-продуктивной вертикали или цепочки, соединяющей первичные природные компоненты с конечной продукцией;

- анализа возможных путей экономического роста с долгосрочных позиций, так как развитие народного хозяйства и входящих в него субъектов предполагает долговременные программы рационального природопользования.

Ресурсосберегающая технология предполагает, что производство и реализация конечных продуктов выполняется с минимальным расходом вещества и энергии на всех стадиях ресурсного цикла. При этом воздействие на природные системы и человека должно быть наименьшим. Здесь же выдвигается требование полного учета расходов первичных компонентов природы на промежуточных этапах их переработки, транспортировки, хранения, отнесенных на единицу производимой продукции [1].

Уменьшение в количественном и стоимостном отношениях потребляемых природных компонентов при таких же или возрастающих объемах готовой продукции выполняется не тогда, когда какой-либо компонент поступает непосредственно на рабочее место, где он превращается в конечный продукт или способствует его выработке. Настоящее ресурсосбережение начинается с проектирования, где на стадии разработки проектов добывающими, перерабатывающими и финальными предприятиями закладываются ресурсосбережения во все технологические операции по разведке, оценке, добыче и переработке природного фактора на всех стадиях его движения к потребителю.

Таким образом, проектировщики на высоком уровне должны решать большое количество непростых, порой противоречивых по своим особенностям и последствиям, задач экологического, экономического и социального характера.

Чисто безотходных технологий, по-видимому, быть не может. На практике имеют в виду прежде всего малоотходные технологии, с внедрением которых полнота использования природных компонентов, первично взятых у природы, высока, что приводит к снижению природоемкости.

Важным направлением в ресурсосбережении является всемерное использование принципа заменяемости ресурсов, под которым понимается замещение одного природного компонента другим, более экономичным и экологически безопасным. Взаимозаменяемость различается по экономическому и техническому критериям. Не всякие природные компоненты, взаимозаменяемые технически, позволяют производить замену с экономической и экологической точек зрения, и наоборот.

Значительная часть первичных сырьевых ресурсов вообще носит невозпроизводимый характер. Уже сам этот факт означает существование потенциального предела природных ресурсов, используемых в экономике. Резкое увеличение добычи природных компонентов неизбежно приводит к тому, что масштабы этой добычи оказываются соизмеримыми с разведанными и даже потенциальными их запасами. В этих условиях неизбежно замедление роста, стабилизация и даже сокращение добычи, нормализация использования разведанных запасов, чтобы обеспечить экономику и в будущем необходимым объемом ресурсов. Также наращивание добычи первичного сырья связано с переходом к эксплуатации худших и потому более капиталоемких месторождений. Таким образом, на определенном этапе экономического развития ресурсные и инвестиционные ограничения оказывают решающее влияние на динамику производства.

Малоотходные и безотходные производства должны функционировать таким образом, чтобы не нарушать естественного хода процессов, протекающих в природе.

Некоторые авторы [2] предполагают схему организации малоотходных и ресурсосберегающих технологий, включающие следующие рекомендации:

- все производственные процессы должны осуществляться при минимальном числе технологических этапов, поскольку на каждом из них образуются отходы, и теряется сырье;
- технологические процессы должны быть непрерывными, что позволяет наиболее эффективно использовать сырье и энергию;
- единичная мощность технологического оборудования должна быть оптимальной, что соответствует максимальному коэффициенту полезного действия и минимальным потерям;
- при разработке нового технологического оборудования необходимо предусматривать широкое использование автоматизированных систем на базе компьютерной техники, обеспечивающих оптимальное ведение технологических процессов с минимальным выходом вредных веществ;
- выделяющаяся в различных технологических процессах теплота должна быть полезно использована, что позволит сэкономить энергоресурсы, сырье и снизить тепловую нагрузку на окружающую среду.

Для промышленной сферы страны ресурсосбережение на единицу выпущенной продукции намного превышает технологически необходимый и экономически целесообразный уровень. С существующими в настоящее время технологиями российская продукция будет оставаться неконкурентоспособной на внешнем рынке, прежде всего, по экологическим показателям.

Экологические проблемы обостряются в результате низкого уровня инвестиций, но ведь если правильно инвестировать в экологизацию и ресурсосбережение, в конечном итоге будут сохранены природные ресурсы и производство станет экономически и экологически более выгодным. В данной ситуации, как показывает опыт стран с развитой рыночной экономикой, государство, заинтересованное в позитивных экологических преобразованиях, должно выработать работоспособный механизм природоохранного регулирования, определить приоритетные направления в области перехода к безотходному типу производства и перейти к созданию административно-законодательных мер, таких как: государственные субсидии, займы и налоговые льготы [3].

Список литературы

1. Коробкин В.И. Экология. Высшее образование / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону, 2006.
2. Природопользование: учеб. / под ред. / Э.А. Арустамова. – Изд. 7-е, перераб. и доп. / М.: ИТК Дашков и Ко, 2005 (ПИК ВИНТИ).
3. Экономика природопользования / Под ред. Г.С. Хачатурова. – М.: Изд-во МГУ, 1991.

ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ ЭМИССИИ МЕТАНА ИЗ ТЕЛА РЕКУЛЬТИВИРОВАННОГО ПОЛИГОНА КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Е.И. Вакунин, А.Е. Коряков
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. Предметом исследования является рекультивированное пространство бывшей свалки коммунальных отходов в д. Судаково. Рассмотрены основные процессы и фазы деструкции органического вещества ТКО, результаты мониторинговых исследований эмиссии метана и углекислого газа из свалочного тела рекультивированного полигона. Показано, что процесс газовой выделений непостоянен во времени и пространстве. Выявлены аномальные зоны газовой выделений.

При преобладании анаэробных процессов разложения свалочных материалов, основными компонентами биологического газа, представляющими угрозу экологическому благополучию, являются метан, оксид углерода, диоксид углерода, оксиды азота, сероводород, углеводороды, метилмеркаптан, аммиак и многие другие соединения [2].

Исследованиями эмиссий метана, проводимых в период подготовки предпроектной документации на рекультивацию Судаковской свалки ТКО в 2014г. [1] а также, при проведении регулярных мониторинговых исследований экологического состояния рекультивированного пространства в 2017-2020 гг.

[3, 4, 5, 6, 7] отмечались высокие концентрации в биогазе метана и диоксида углерода.

В соответствии с СП 47.13330.2012 потенциально опасными в газогеохимическом отношении считаются грунты с содержанием метана более 0,1 % и диоксида углерода более 0,5 %; опасными грунтами – с содержанием метана более 1,0 % и диоксида углерода до 5 %; пожаровзрывоопасными грунтами – с содержанием метана более 5,0 % и диоксида углерода более 5 %.

Таким образом, при оценке рекультивированной территории свалки на предмет дальнейшего ее хозяйственно использования следует контролировать выделения метана как индикатора продолжающегося процесса образования свалочных газов и показателя пожаровзрывоопасности грунтов рекультивированного свалочного пространства.

Анализ результатов обследования качества атмосферного воздуха непосредственно на территории полигона (замерный пост в центре полигона) за периоды времени 2017-2020 гг. [3,4,5,6,7] позволяет, с определенной вероятностью утверждать, что непосредственно из свалочного тела выделяются метан, углекислый газ и (с незначительными концентрациями) вещества – углеводороды, метилмеркаптан, аммиак, сероводород. По остальным компонентам (оксид углерода, оксид серы, оксиды азота, формальдегид) концентрации представлены следовыми концентрациями.

На рисунках ниже приведены результаты районирования территории свалки ТКО по газогеохимическому загрязнению метаном и диоксидом углерода по состоянию на осенние периоды 2017-2020 гг. (рис.1).

Цветом на рисунках выделены потенциально опасные в газогеохимическом отношении грунты с содержанием метана более 0,1 % и диоксида углерода более 0,5 % серым цветом; опасные грунты – с содержанием метана более 1,0 % и диоксида углерода до 5 % (значение принято в соответствии с СП 47.13330.2012) розовым цветом; пожаровзрывоопасные грунты – с содержанием метана более 5,0 % и диоксида углерода более 5 % красным цветом.

Анализ газохимического состояния рекультивированного свалочного пространства в динамике за исследуемый период времени (2017-2020гг.) свидетельствует о снижении интенсивности биологических процессов, протекающих в толще свалочного пространства, что дает основание классифицировать состояние исследуемого объекта в четвертой фазе процесса распада органической составляющей твердых отходов на полигонах, характеризующейся анаэробным разложением с постоянным выделением метана.

На рис. 2. приведены результаты картографического районирования газохимического состояния рекультивированного полигона в д. Судаково общей площадью 10.2 га. за 4-х летний период наблюдений. Результаты систематических наблюдений свидетельствуют о значимом уменьшении площадных пространств с интенсивным метанообразованием.

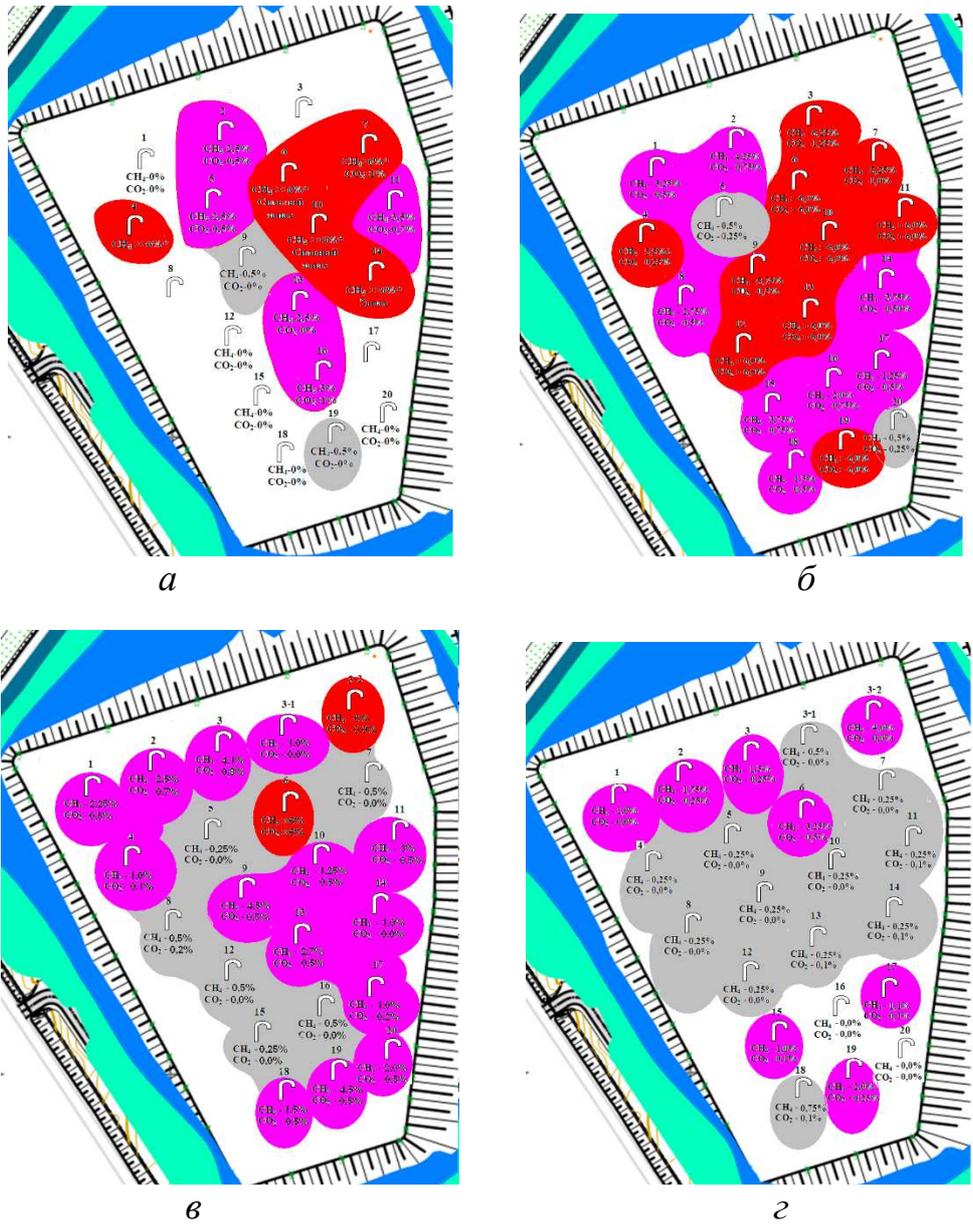


Рис.1. Результаты районирования территории свалки ТКО по газогеохимическому загрязнению метаном и диоксидом углерода по состоянию: а - 2017 г., б - 2018 г., в - 2019г., г - 2020 г.

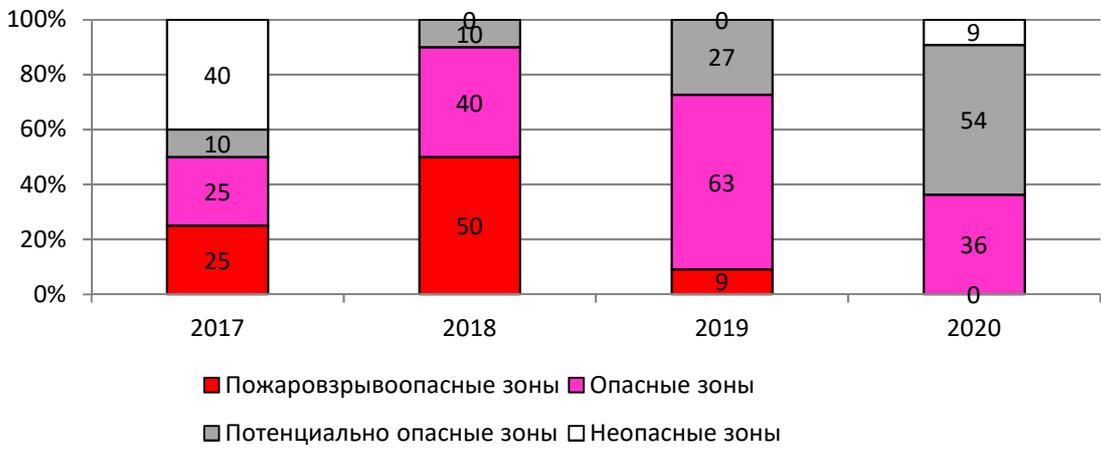


Рис. 2. Динамика процессов изменения площади газогеохимического загрязнения метаном территории рекультивированной свалки

На основании выполненных за период 2017-2020 гг. исследований газовой выделений метана на территории рекультивированной свалки ТКО можно сделать следующие выводы:

- наблюдается тенденция устойчивого снижения эмиссий метана и углекислого газа из свалочного тела по всей рекультивированной территории свалки, что свидетельствует о затухании химических процессов образования биогаза;

- на текущий момент времени на территории полигона не отслеживаются зоны с содержанием метана 5% и более, что дает основания для переквалификации свалочных грунтов из категории пожаровзрывоопасных в категорию опасных грунтов с содержанием метана 1-5 % и концентрации диоксида углерода до 5 %.

- текущее состояние рекультивированного полигона по фактору метановыделений позволяет сделать вывод о возможном хозяйственном использовании территории в качестве пространств для устройства промышленных (складских) незаглубленных сооружений, открытых складов для хранения строительных и других различных невзрывоопасных материалов.

Список литературы

1. Несанкционированная свалка отходов производства и потребления, расположенная западнее д. Судаково, Ленинского района Тульской области. 361.14-00-ИЭИ. Инженерно-экологические изыскания.

2. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. Утверждена Министерством строительства Российской Федерации 2 ноября 1996 г.

3. Отчет о НИР Анализ негативных воздействий рекультивированного пространства бывшей свалки коммунальных отходов в д. Судаково на прилегающие объекты окружающей среды (заключительный) договор №311701 от 27.10.2017.

4. Отчет о НИР Мониторинговые исследования состояния объектов окружающей среды в районе рекультивированной свалки ТКО в д. Судаково на весенний период 2018 г. договор № 311802 от 03.05.2018.

5. Отчет о НИР Мониторинговые исследования состояния объектов окружающей среды в районе рекультивированной свалки ТКО в д. Судаково на осенний период 2018 г. договор № 311803 от 10.09.2018.

6. Отчет о НИР Анализ негативных воздействий рекультивированного пространства бывшей свалки твердых коммунальных отходов в д. Судаково на прилегающие объекты окружающей среды на летний и осенний периоды (3-4 кв.) 2019г.

7. Отчет о НИР Анализ состояния объектов окружающей среды в районе рекультивированной свалки ТКО в д. Судаково на осенний период 2020г. договор № 2020/093543 от 20.09.2020г.

8. Вакунин Е.И. Анализ результатов газохимического обследования объекта рекультивированной свалки / Е.И. Вакунин, А.Ф. Симанкин, А.Е. Коряков, И.Н. Любин // «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» – 14-я Междунар. конф. по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции. – Тула – ТулГУ, 2018. – Т1. – С.407-411.

НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ДЕТЕРМИНАНТЫ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

А.В. Волков, Л.В. Кашинцева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. Рассмотрены современные экологические дисциплины, объектом изучения которых выступает взаимодействующий с окружающей средой человек и его различные по численности группы, а важным предметом исследований – роль культуры в сохранении жизнедеятельности общества и формировании основных параметров русла социальной истории. Предложен принципиальный механизм влияния на ход социально-экономических процессов факторов экологической природы. Показано, что резкое изменение величин этих факторов способно оказать негативное, лимитирующее влияние на динамику социального развития.

Согласно современным представлениям, с некоторыми дополнительными комментариями, экологические отношения внутри человеческого вида могут быть названы социальными. Классификацию дисциплин, причисляемых к социальной экологии, осуществляют с учётом биолого-социальной природы человека и его различных по численности групп. В случае, если речь ведётся об индивиде или репродуктивной группе, определяющей динамику воспроизводства населения, выделяют экологию человека. По сути, эта дисциплина – аналог традиционной аутоэкологии. Предметом изучения дисциплины выступает характер воздействия на человеческий организм факторов окружающей среды (с учётом динамики их изменения) и типичные реакции адаптации либо дезадаптации, то есть механизмы и результаты формирования физического здоровья. Если же анализируется социальный ряд, включая личность, семью, отражающие культуру коллективы, выделяют собственно социальную экологию, или синэкологию человека. Оба направления объединяют термином «антропоэкология». Глобальная экология человека изучает систему «природа – общество» в планетарном масштабе.

Важно подчеркнуть, что информационную базу подобных исследований закладывает адекватный мониторинг природных условий и ресурсов, являющийся основой формирования и актуализации тематических кадастров.

Производной социальной экологии, видимо, выступает экология культуры, рассматривающая влияние на общество всей рукотворной среды обитания – от организованных ландшафтов и архитектуры до письменности, живописи, музыки и иных знаковых систем. По мнению Н.Ф. Реймерса, экология культуры являет собой общественный взгляд и научную дисциплину, связывающие вещественно-культурные и мировоззренческие ценности с человеком как личностью и биологическим видом [1].

Согласно представлениям российского антрополога и эколога академика В.П. Алексеева, ключевую идею дисциплин, анализирующих риски социально-экономического развития, выражает модель «человек (общество) – культура – окружающая природная среда». «Эта схема, – указывает В.П. Алексеев в работе «Некоторые аспекты палеоэкологических исследований» (1991), – включает три

компонента: человека, понимая под ним, естественно, не единичную личность, а совокупность людей, культуру во всех её формах, природную среду (социальная среда включается в культуру) и все возможные связи между ними» [2, с. 93]. В свою очередь, названная модель конкретизирует физические представления об автоколебательных системах, совершающих незатухающие колебания за счёт источника ресурсов, в общем случае, не обладающего явными колебательными свойствами. Для этого система должна включать блок, или компартимент, который регулирует поступление ресурсов в систему определёнными порциями, а также сохранять с этим блоком непостоянную по знаку и силе обратную связь. Эту функцию выполняет культура, выступающая одновременно и интегральным инструментом природопользования, и интегральным результатом тысячелетнего взаимодействия общества и природы. Поэтому состояние культуры, безусловно, сказывается на степени доступности природных запасов и ресурсов, а динамика культуры – динамика социально-исторических процессов – задаёт перспективные оценки этой категории, как и многих других категорий, являющихся фундаментом экономического благополучия человека.

Другими словами, именно культура и отражает традиционные, и формирует новые принципы и способы реагирования социальных систем на вызовы времени, в том числе на вероятные риски социально-экономического развития. Поэтому анализ причин, механизмов и последствий воспроизводства ситуаций социально-исторического развития в быстро меняющейся своей характеристике окружающей среде требует обращения к понятию «культура».

Опыт привлечения понятия «культура» к анализу ситуаций социально-экономического развития представлен ныне весьма многочисленным корпусом фундаментальных литературных источников. В качестве примера, укажем лишь некоторые из них.

Так, по мнению российского нейрофизиолога и мыслителя академика А.А. Ухтомского, события социальной жизни формируются задолго до их реализации. До некоторых сроков ещё можно изменить их ход. Но с известного срока назревшие события катятся с неизбежностью горной лавины. Тогда всё, чем пробуют их задержать, даёт им лишь новый импульс. Особенности проявления данного принципа предопределены предыдущими обстоятельствами жизни, из которых складывается затем механизм. А всякая попытка препятствия или сопротивления лишь усиливает его. Объединяемую механизмом группу событий А.А. Ухтомский назвал хронотопом. «С точки зрения хронотопа, в истории существуют мировые линии, которыми связываются давно прошедшие события с событиями данного мгновения, а через них – с событиями будущего» [3].

Австрийский биолог-теоретик, основоположник общей теории систем К.Л. фон Берталанфи указывал, что законы природы имеют статистический характер. Они позволяют предсказывать не неизбежное будущее, а вероятности событий, зависящие от природы рассматриваемых процессов. При этом повторяемость социальных событий во времени допускается большинством специалистов. Поэтому инструментом исследований зачастую выступают

линейные модели исторических процессов. Тем не менее, модели «теоретической истории» вызывают резкую критику, поскольку затрагивают «важные эмоциональные центры современной науки... Эти эмоциональные моменты связаны с вопросом об исторической неизбежности и предполагаемой деградации человеческой свободы. <...> По отношению к сложным явлениям, объяснение в принципе при помощи... моделей предпочтительнее отсутствия объяснения вообще. Это положение никоим образом не ограничивается пределами социальных наук и истории» [4].

Применительно к экономическим процессам, роль культуры изучалась американским специалистом, нобелевским лауреатом П. Кругманом [5]. Согласно его взглядам, формирование и углубление социально-экономического кризиса – фаза рецессии – связаны с разрядкой какой-либо ситуации на рынке услуг и товаров, а сама ситуация определяется аффективным поведением игроков рынка в предшествующие кризису благополучные годы, когда люди перестают задумываться о средне- и долгосрочных последствиях своих действий. Путём «парных взаимодействий» людей происходит усиление даже исходно слабых сигналов. В результате в социальной системе формируются и поддерживаются положительные обратные связи (ПОС), которые и порождают «рыночный бум». Однако, по мере роста количества не «вписавшихся» в ситуацию игроков, аффективность, раньше или позже, сходит на нет. Да и не может столь энергоёмкая фаза длиться долго. После непродолжительного этапа оцепенения, безразличия, полной утраты мотивации и прекращения попыток повлиять на ситуацию, когда система развивается, скорее, по инерции – за счёт доступных ресурсов и связей, начинают нарастать разочарование и пессимизм, неуверенность в адекватности прежних решений и опасение негативных их последствий, критичность в отношении к своим и чужим действиям. Люди, причастные к принятию решений и администрированию, начинают «подмораживать» ситуацию, чтобы не стало хуже. С этого момента формируются и поддерживаются отрицательные обратные связи (ООС), которые, по сути, страхуют систему от тотальной деградации и разрушения. Затем, по мере обретения всё большего контроля над ходом событий, по мере осмысления опыта, произошедшего и совершенствования правил «игры», уже пессимизм и неверие в свои силы сходят на нет. Всё больше людей ощущают потребность проявить себя, реализовать свои замыслы. Для этого они коммуницируют, зачастую объединяемые ярким лидером – выразителем настроений эпохи (в рамках второй фазы историометрического цикла А.Л. Чижевского, ожидаемой в 2021-2022 годах). Первые положительные результаты на пути реформ, получающие положительные отзывы как внутри системы, так и сторонних наблюдателей, повышают рейтинг акторов ситуации, что мотивирует их к дальнейшим действиям. Поэтому администрирующая группа ощущает эмоциональный порыв, чувствует уверенность в своих действиях, и постепенно в системе вновь начинают формироваться положительные обратные связи.

Рассмотренный выше циклический механизм социально-экономического развития ныне получает своё эмпирическое подтверждение, то есть адекватно

отражает часть сложной системы общественных взаимодействий. Но, по сути, речь идёт об эндогенном механизме развития общества – одном из механизмов его саморазвития. Мы полагаем, что учёт экологических факторов среды жизни и деятельности человека и общества добавит этой модели развития физической достоверности и эвристической (объяснительной) ценности. Ключевым условием совершенствования подобных моделей является мониторинг природных условий, выступающий эмпирической базой формирования и актуализации тематических кадастров.

Поэтому далее рассмотрим механизм воздействия на развитие социальных ситуации факторов экологической природы (в самом широком их понимании – от последствий изменений климата и активизации тектонических процессов до усиления вирулентности биологических агентов, влияние которых, не исключено, синхронизировано ходом излучений Солнца и Космоса), администрирование купирования которых либо сильно затруднено, либо невозможно в принципе. Подобные факторы должны рассматриваться как обстоятельства социально-исторического развития непреодолимой силы (рис. 1). Данный механизм, говоря словами К.Л. фон Берталанфи, представляет собой «объяснение в принципе», но, тем не менее, позволяет интерпретировать важные особенности пройденных, текущих и перспективных участков исторической траектории развития России и её регионов.

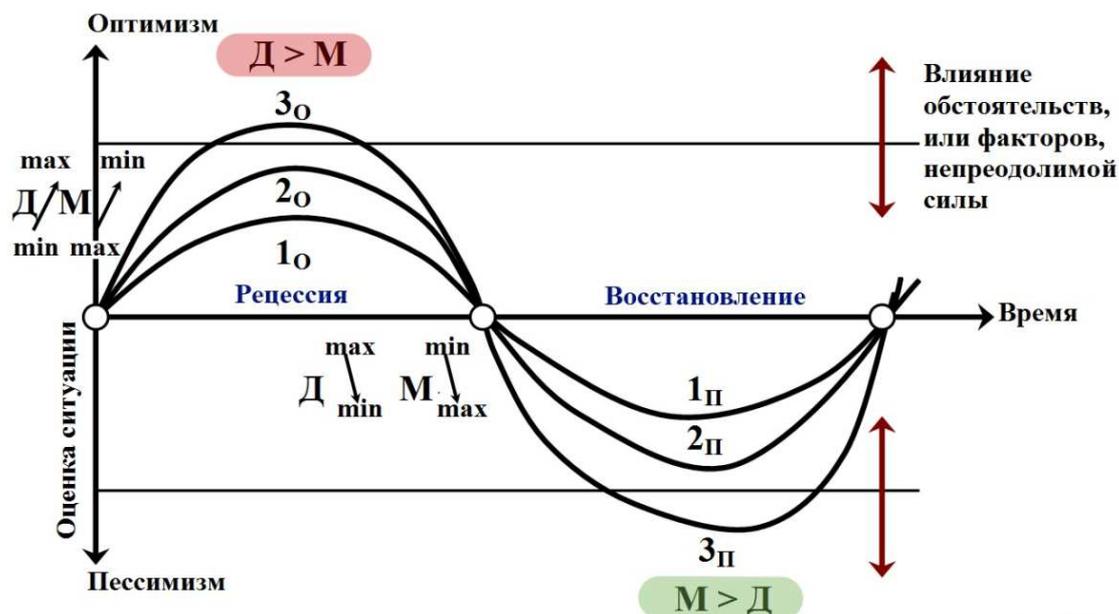


Рис. 1. Общий характер влияния на ход делового цикла обстоятельств непреодолимой силы экологической природы

Диапазон изменения подобных обстоятельств развития показан на рис. 1 вертикальными стрелками справа. Вначале рассмотрим фазу рецессии – этап скоротечной смены оптимистических настроений пессимистическими, включая глубокую демотивацию жизни и деятельности, то есть верхнее пространство представленного графика (размещение характеристик данной фазы в верхнем пространстве носит *весьма условный* характер). Пусть обстоятельства развития

исчисляются в каких-либо подходящих единицах (определяющих, в свою очередь, как меру оптимизма, так и меру пессимизма людей), и их предельный уровень показан на рисунке горизонтальной линией. Тогда рассмотрим три сценария, индексируемых «1₀», «2₀» и «3₀». В случае «1₀», в фазе рецессии после прохождения максимума, социально-экономическая ситуация ухудшается, но остаётся управляемой – в рамках рациональной оценки событий. Механизмы и последствия ожидаемого неблагоприятного исхода отслеживаются и прогнозируются, к ним готовятся. Поэтому соответствующая фаза восстановления, обозначенная на рис. 1 символом «1_п», пожалуй, не требует чрезвычайных интеллектуальных усилий и усилий по мобилизации сил и средств, а также населения.

Ситуация типа «2₀», приближающаяся к критическому рубежу, но не выходящая за него, также остаётся практически прогнозируемой и управляемой, а непродолжительная нестабильность рынков быстро купируется. В этом случае определённые преимущества получают так называемые традиционные общества, в т. ч. авторитарные и тоталитарные. В «модернизационных» же обществах ситуация типа «2₀» требует усиления «вертикали власти», ограничения некоторых гражданских свобод и, в целом, снижения доли релятивизма в отношении граждан к государственному аппарату. В свою очередь, прохождение фазы «2_п» требует больших усилий и жертв как от власти, так и от населения [6].

Наконец, ситуация «3₀» отличается от первых выраженным ажиотажем на рынках и яркими примерами аффективного поведения игроков, ситуативным, рационально немотивированным реагированием на проблемы, что усиливает эффект общей паники и неразберихи, от которого, правда, единицы получают и удовлетворение, и доход. В этом случае «модернизационные» общества попадают в ситуацию так называемой «исторической ловушки» (любые действия лишь ухудшают обстановку), а в традиционных обществах объявляется чрезвычайное положение. Поэтому прохождение социальной системой фазы «3_п» требует сверхусилий или помощи Свыше.

Итак, горизонтальные линии, показанные на рис. 1, определяют уровень потери контроля над развитием ситуации; заметного снижения критичности в её осмыслении; перехода к ситуативному реагированию (на основе «общих смыслов» или веры в то, что рынок всё отрегулирует сам); попадания общества в «историческую ловушку». Стоит особо подчеркнуть: воздействие на систему извне, будь то природные катастрофы или, наоборот, невиданный урожай, происки врагов и идеологических противников, могут и ситуацию типа «3₀» сделать допороговой либо ситуацию типа «1₀» – предельно обострённой и критичной, то есть выходящей за «красную линию» опасности. Именно такова роль окружающей среды – её ресурсов и экологических факторов, толкуемых широко, в детерминации поведения социальных систем. Поэтому изучению подлежат как параметры развития самой системы (механизмы эндогенного развития, или саморазвития), так и параметры окружающей её среды (механизмы экзогенного развития).

Применительно к обсуждению рис. 1, следует добавить, что на этапе роста роль деятельности («Д») в различных её формах возрастает, а роль рационального,

требующего рассудительности и неторопливости, мышления («М») снижается. В фазе пика кризиса коллективные действия превалирует над размышлениями и «мозговыми штурмами» («Д > М»). Фаза восстановления требует снижения немотивированной активности и перехода к трезвому оцениванию ситуации, к генерации новых идей, к формированию и реализации новых стратегии и тактики развития («М > Д»). В данном случае мы рассуждаем в контексте идей, сформулированных ещё в 1930-х годах Жаном Пиаже [7].

Казалось бы, традиционные общества, в известной степени изолированные от внешнего мира, в целом, более устойчивы к экономическим потрясениям и вызовам иной природы либо купируют их с меньшей затратой усилий (хотя и темпы их развития, как правило, весьма скромные). Однако силы внешнего мира могут влиять и на динамику подобных государств, и, как правило, влиять негативно (рис. 2).

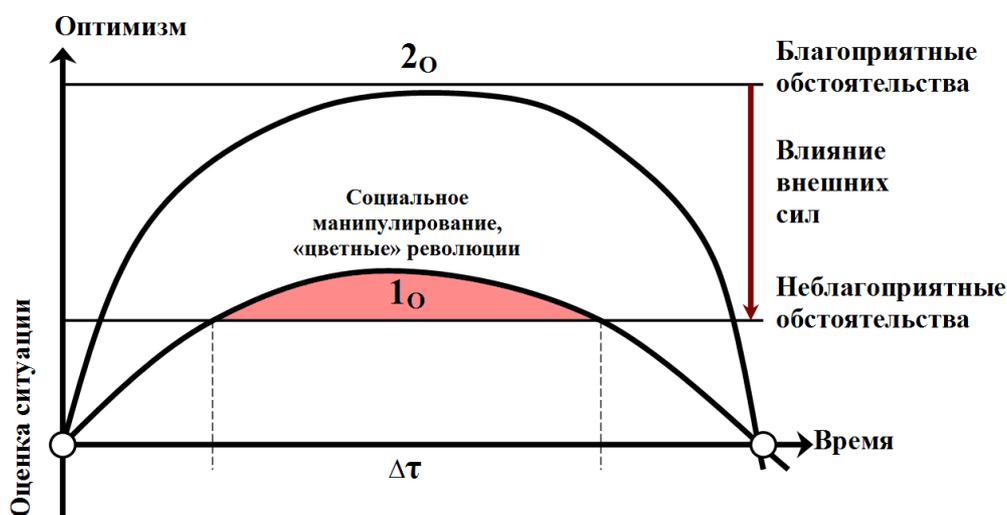


Рис. 2. Рост вероятности общественных потрясений при ухудшении обстоятельств социально-экономического развития под действием внешних сил различной природы

Итак, пусть в благоприятных или даже относительно благоприятных – нейтральных – обстоятельствах жизни уровень полной потери контроля над развитием социально-экономической ситуации довольно высок (см. рис. 2), так что даже ситуация рецессии типа « 2_0 » является сложной, но не критичной для государственного аппарата и групп администрирования. Наблюдая это, внешние силы понимают, что государство вот-вот войдёт в фазу восстановления и активного роста экономики, а подобного – по тем или иным соображениям – допустить нельзя. Пользуясь тем, что модернизируемое государство открыто миру – в отношении финансовой системы, товарных потоков и социальных связей – внешние силы резко ухудшают обстоятельства его развития (снижением цен на нефть и иное сырьё, повышением этих цен, ограничением доступа к технологиям, разрывом культурных связей, увеличением числа информационных атак и иными санкциями), что повышает вероятность начала социальной нестабильности с её переходом в «цветную революцию» (продолжительностью Δt), аннигиляцией прежнего государственного устройства и полной утратой геополитической

автономности. Ресурсы почившего можно делить. Иными словами, при резком ухудшении обстоятельств развития, ранее даже докритическая ситуация типа «1₀» становится далеко закритической. Если традиционное общество довольно мощное и к тому же мобильное, а, в силу ухудшения обстоятельств развития, коням его воинства начинает не хватать корма, общество снимается с насиженных мест и идёт воевать более слабых или более миролюбивых соседей. Для последних наступает эпоха «ига». Особое место в подобном сценарии занимают усилия по диффамации (от лат. *diffamo* – порчу) лидера модернизируемого государства и его ближайшего окружения, в том числе приписывание этим людям тех или иных качеств, в действительности, у них отсутствующих (например, безвольности или, наоборот, кровожадности; крайней жестокости, отсутствия интеллекта и т.п.).

Важным этапом такого анализа является учёт влияния на ход социально-исторических событий долгосрочных трендов, определяемых, в первую очередь, именно природными процессами. Как нам представляется, с этих позиций следует выделить три ситуации (рис. 3).

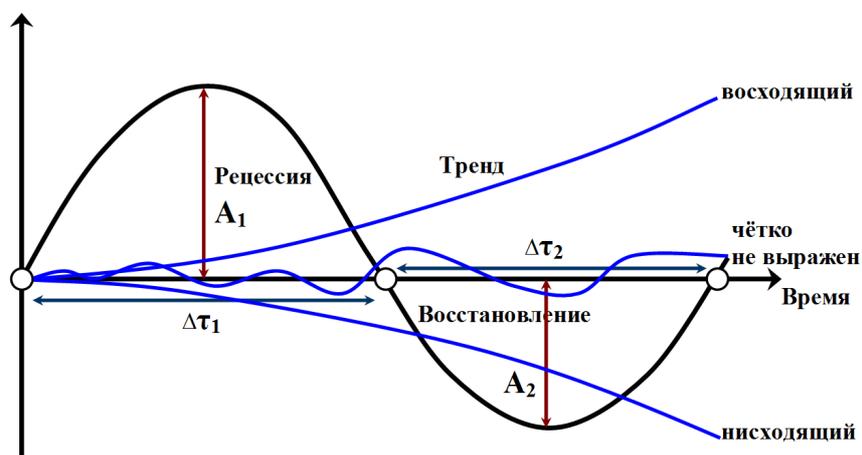


Рис. 3. Влияние тренда на развитие делового цикла

В том случае, если тренд выражено восходящий, то $A_1 < A_2$ и $\Delta\tau_1 < \Delta\tau_2$, то есть рецессия небольшая по глубине и продолжительности, а фаза восстановления – более мощная и долгая. Если же тренд выражено нисходящий, деструктивный, то, наоборот, $A_1 > A_2$ и $\Delta\tau_1 > \Delta\tau_2$ (эффект «уплотнения хода социального времени»), то есть рецессия более продолжительная, чем ожидалось, и более глубокая, а фаза восстановления выражена слабо и быстро сменяется другим кризисом. Если же тренд нечёткий, то $A_1 \approx A_2$ и $\Delta\tau_1 \approx \Delta\tau_2$. Именно третью ситуацию, как более простую, мы и рассматривали выше.

Список литературы

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
2. Алексеев В.П. Очерки экологии человека / В.П. Алексеев. – М.: Наука, 1993. – 191 с.
3. Соколова Л.В. А.А. Ухтомский и комплексная наука о человеке. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2010. – 316 с.

4. Берталанфи К.Л. фон. *Общая теория систем – критический обзор// Исследования по общей теории систем: сборник переводов / под общ. ред. В.Н. Садовского, Э.Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82. URL: http://grachev62.narod.ru/bertalanffy/bertalanffy_1.html.*

5. Кругман П. *Возвращение великой депрессии? Мировой кризис глазами нобелевского лауреата / пер. с англ. В.Н. Егорова. – Под ред. М.Г. Делягина, Л.А. Амелехина. – М.: Эксмо, 2009. – 336 с. – (Серия «Экономика: мировые тенденции»).*

6. *Переходные эпохи в социальном измерении: История и современность/ отв. ред. В.Л. Мальков. – Ин-т всеобщей истории РАН. – М.: Наука, 2003. – 482 с.*

7. Пиаже Ж. *Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация / Ж. Пиаже, Б. Инельдер. – Пер. с фр. Э. Пчелкиной. – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2002. – 416 с. – (Серия «Психология. XX век»).*

ВЕРОЯТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ИСТОРИОМЕТРИЧЕСКОГО ЦИКЛА А.Л. ЧИЖЕВСКОГО В 2021-2023 ГОДАХ

А.В. Волков, Л.В. Кашинцева
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** Рассмотрены положения концепции солнечно-земных связей, предложенной А.Л. Чижевским. Основное внимание уделено фазам второго этапа текущего историометрического цикла и сопряжённым с этими фазами рискам социального развития. Сформулирован принципиальный механизм возможной дестабилизации социально-экономической ситуации в России в 2021-2023 годах.*

Одним из наиболее практически значимых разделов современной теории солнечно-земных связей, концептуальное ядро которой предложено профессором А.Л. Чижевским, российские учёные признают теорию «историометрического цикла», выступающего своеобразным эталоном, или мерой, хода социальных процессов. Структура эталонного цикла, с теми или иными деталями, повторяется из столетия в столетие и позволяет прогнозировать основной тип предстоящих социальных событий, ориентируясь на динамику активности Солнца [1].

Теоретическому обоснованию этой идеи посвящена вторая часть работы «Земля в объятиях Солнца». Ключевой вывод А.Л. Чижевский формулирует в самом начале изложения теории: «На основании рассмотрения большинства столетий <всемирной истории> необходимо признать..., что каждый всемирно-исторический цикл равен в среднем арифметическом 11,1 года <и имеет индивидуальные отклонения в пределах $\pm 1-3$ лет>» [2, с. 341].

Утверждая принципиальную синхронность событий, «происходящих в различных странах, независимо одно от другого», профессор А.Л. Чижевский делает важное уточнение: «Излучения Солнца охватывают собой весь земной шар и имеют воздействие на всё населяющее Землю человечество, одновременно

изменяя его нервную возбудимость. Конечно, местные географические и метеорологические условия, по-видимому, могут в значительной мере исказить это одновременное воздействие. Но, как бы там ни было, во всемирной истории мы должны наблюдать самые отчётливые факторы синхронизма массовых движений» [2, с. 352].

А.Л. Чижевский представляет развёрнутую характеристику каждой эпохи историометрического цикла в аспекте основных черт тех демографических, технико-технологических, социально-экономических и иного рода событий, конкретная смена которых определяет ход исторической траектории текущего цикла. К этому теоретическому концепту, как к довольно детальной карте, следует обращаться по мере того, как возникает потребность понять наиболее оптимальный путь дальнейшего движения общества с учётом всей совокупности обстоятельств жизнедеятельности, как способствующих реализации целей и задач развития, так и препятствующих этому. Подобная карта не может сравниваться с современной ГИС-системой. Однако и последняя, видимо, никогда не будет детализирована таким образом, чтобы указать путь каждому человеку в любой жизненной ситуации.

В настоящее время – в 2020 году – практический интерес представляет анализ базовых характеристик второй эпохи «всемирно-исторического цикла». Как указывал А.Л. Чижевский, «психологическая и историческая сложность этого периода потребовала весьма обширных изысканий, в результате которых... собрано значительное количество относящегося к данному периоду материала.

Уже начало этого периода в исторических сочинениях характеризуется значительно большим подъёмом активности масс, чем период предшествовавший. Единения масс ещё нет. Только мало-помалу начинают вновь организовываться распавшиеся к периоду минимальной возбудимости <психики> партии и группы, намечаются вожди, определяются программы. Сила внушения <вождей и стоящих за ними сил> снова проявляется на массах: государственные деятели, полководцы, ораторы, пресса восстанавливают своё значение. Вопросы, политические и военные, начинают показываться из-за горизонта успокоенной общественной жизни и постепенно обостряются. Сосредоточение на однородных военных или политических темах, при наличии, конечно, к тому располагающих причин, постепенно возрастает. Идеи, обращающиеся в массах, начинают доминировать.

Ещё в решении важных государственных вопросов замечаются колебания и нерешительность, ещё выводы не созрели окончательно, но уже могут греметь приготовления к войне, международное положение осложняется. Однако <конфликтующие стороны> ещё не решаются вступить в открытую борьбу или объявлять войну: ещё медлят, ожидая подходящего момента и предчувствуя его по ходу постепенного нарастания общего возбуждения масс. Действительно, вскоре – через год, два, а иногда и меньше – берёт верх единодушное требование масс, направленное на решение тех или иных вопросов. Теперь даже лица, стоящие вдали от военных или политических дел, бывают принуждены присоединять себя к той или иной политической или военной группе. Происходит как бы насыщение «общественного раствора», а это, в свою очередь, вызывает выпадение кристаллов, на поверхности которых отлагаются дальнейшие

наслоения. Таким образом, когда среда насыщена <идеями и их проповедниками>, стоит только бросить в неё организующее начало, как вокруг него образуются идентичные по идеологии наслоения» [2, с. 362-363].

«В конце второй эпохи, которая постепенно может принять бурный характер и обнаружить нетерпение и нервность народных масс, мы замечаем одно из самых важных явлений военно-политической жизни общества, а именно стремление к объединению различных народностей, составляющих данное сообщество, в целях защиты или нападения и слияние различных политических группировок для противодействия другим политическим группировкам» [2, с. 363].

Последний тезис играет, видимо, императивную роль в данной теории. Уточнения требует лишь та социально-культурная и экономическая база, на которой будет происходить текущее объединение «различных народностей».

«Значение этой эпохи заключается в том, – уточняет сам автор, – что она полагает основу дальнейшему развитию исторических событий на протяжении данного цикла в данном человеческом сообществе и, отчасти, даже предрешает их ход в период максимальной возбудимости <социальной психики>.

Рассматриваемая эпоха не всегда и не во всех человеческих сообществах занимает одинаковый промежуток времени: длительность или краткость её определяются состоянием солнцедятельности, с одной стороны, и многообразием политико-экономических и прочих факторов, с другой. Кроме того, данная эпоха принимает, в зависимости от тех же причин, различные формы проявления.

<При разработке алгоритмов социального планирования и управления> ...в течение второго периода следует различать три главные фазы, в порядке постепенного их нарастания: возникновение в массах идей, <структурирование...> идей и выявление одной основной идеи в массах данного человеческого сообщества к началу третьего периода <цикла>» [2, с. 363].

«...Почти всегда, даже при минимальном наличии возбуждающих причин, последующий период <данной фазы и фазы, следующей за текущей,> может ознаменоваться какими-либо частными событиями с местным участием масс» [2, с. 364].

Довольно очевидно, что этап «возникновение в массах идей» в 2020 году не может не иметь отношения к усилению кризисных эффектов в мировой экономике, деградации международных «институтов согласия», усилению режима «торговых войн» и экономических санкций против государств, компаний и ряда частных лиц, усилению военно-политической напряжённости в мире, питаемой теми или иными претензиями одних государств к другим, усилению не только экономического, но и деструктивного информационного воздействия на те или иные государства, объекты их жизнедеятельности – системы управления и инфраструктуру, а также динамикой и последствиями пандемии, вызванной, видимо, вирусом *COVID-19*. Поэтому весьма важно констатировать: 1) сочетание процессов, утверждаемых А.Л. Чижевским в качестве причин кристаллизации фазы «возникновение в массах идей», уже имеет место (к середине 2020 года); 2) отчётливо происходит переход к следующей фазе второго этапа текущего цикла – фазе «структурирования идей», определяемых недовольством широких масс.

Действительно, как указывает А.Л. Чижевский, «носители возникших... идей могут послужить психическим центром образования отдельных групп, объединённых одною основною идеей. Этот процесс протекает в соответствии с классовым сознанием, степени материального обеспечения <людей> и личными качествами каждого отдельного индивида. Образовавшиеся таким образом группы могут выдвинуть из своей среды нового руководителя, чтобы подчинить своё психическое неравновесие определённому психическому центру, где суммируются привходящие идеи, преобразуясь в однообразные директивы и создавая определённые формулы действия организовавшейся группе» [2, с. 364].

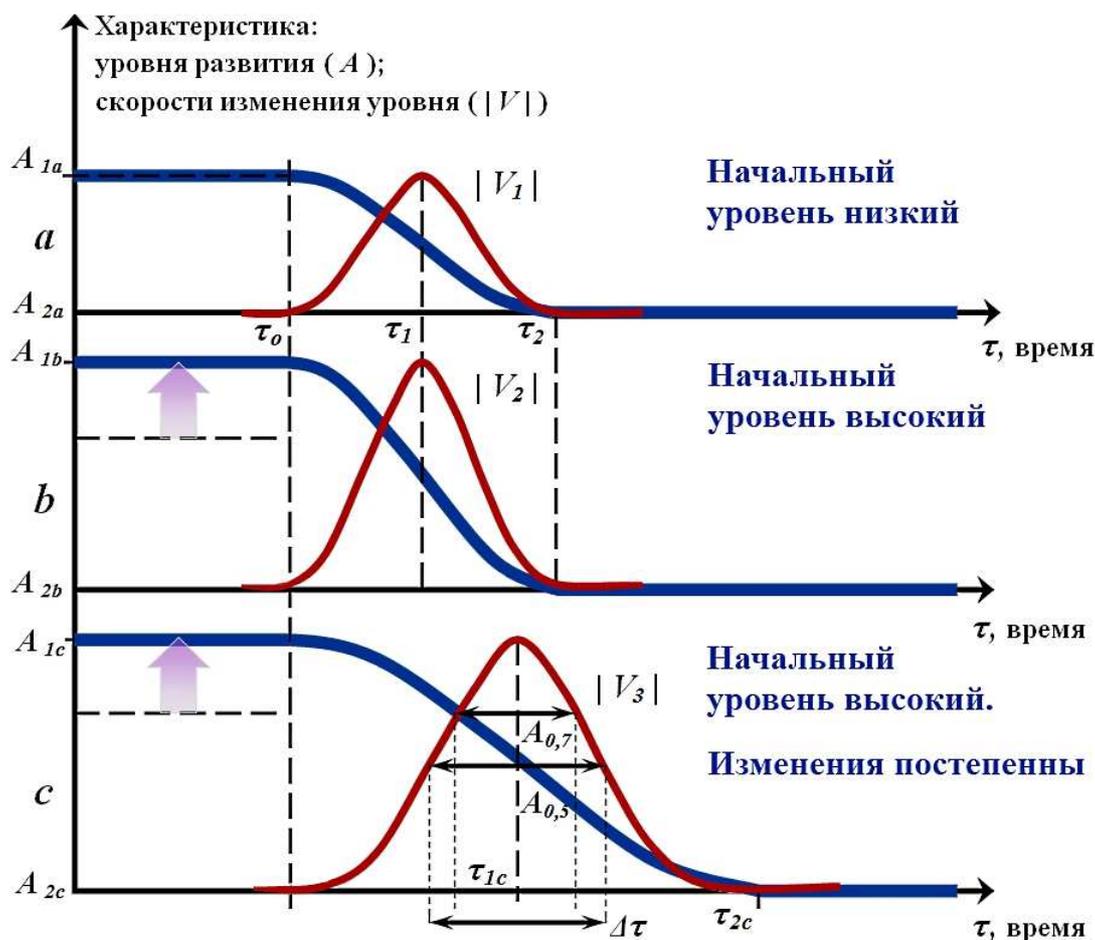
«...Третья фаза <второго этапа текущего историометрического цикла...> состоит в выявлении одной верховной идеи, поглощающей многие групповые идеи, в объединении целого ряда отдельных групп вокруг верховного центра, подчиняющего <себе> массу, и в массовом сосредоточении <фиксации> на одной идее» [2, с. 364].

Как мы понимаем, социальная база недовольства текущей ситуацией в России расширяется. Пока речь идёт о ситуативном недовольстве, купируемом властью увеличением административной и финансовой поддержки, как адресной, так и направляемой отдельным социальным компартаментам, включая, например, институт семьи, материнства и детства; ряд отраслей экономики (сервис, туризм, транспорт). Но ключевые *смыслы*, определяющие степень наполненности жизни россиян, *утрачиваются*, недовольство ситуацией растёт. Это недовольство канализируется внешними оппонентами России для достижения собственных геополитических интересов, определяемых базовыми, а никак не надстроечными эшелонами «пирамиды потребностей». Безусловно, речь идёт о ресурсах жизни, в широкой трактовке термина «ресурс». При этом оппоненты ориентированы на сохранение собственной «биологической непрерывности» и рост политической субъектности в мире, всё отчётливее сталкиваемом с различного рода ограничениями – с усилением действия лимитирующих факторов развития.

Поэтому сейчас для России важно, как именно будут канализироваться групповые идеи и какова будет «верховная идея». Негативный сценарий, видимо, объединяет несколько механизмов, в том числе усиление давления на уязвимые системы управления и жизнеобеспечения, включающее и информационное, и террористическое, и военное воздействие. В этом случае будут задействованы все каналы, позволяющие определять уязвимости компонентов российской культуры (позволяющие *формировать* подходящие уязвимости), усиливать настроения недовольства и общей нестабильности общества, включая действия по линии последствий пандемии *COVID-19*, пропаганды дистанционного образования и трудовой деятельности, снижения качества жизни, нарушения базовых прав и свобод человека (тракуемых более, чем широко) и общего неприятия действия власти всех уровней.

Тезис, допускающий рост рисков более пристального внимания оппонентов России и её союзников («как правило, обычно...») к различного рода уязвимостям системы государственного управления, системам обеспечения жизнедеятельности общества, рисков намеренного формирования подобных уязвимостей с тем, чтобы

влиять на развитие ситуации путём быстрого изменения уровня общего комфорта и стабильности жизни, иллюстрирует следующий рисунок.



Механизм дестабилизации социально-экономической ситуации в России в 2021-2023 годах на II этапе текущего историометрического цикла путём резкого снижения уровня комфорта жизни населения

Позиция «а» рисунка представляет изменения, которым предшествует низкий уровень развития какой-либо сферы общественного производства и жизни (A_{1a}). Изменения состоят в достижении более низкого уровня развития (A_{2a}). Динамика абсолютной величины скорости процесса представлена на графиках линиями красного цвета ($|V_i|$). По оси времени фиксируются три отметки: τ_0 – время начала изменений; τ_1 – время достижения максимальной абсолютной величины скорости процесса; τ_2 – время завершения перехода с начального уровня A_1 на уровень A_2 . Величина τ_0 для всех трёх представленных на рисунке ситуаций одинакова; величины τ_1 и τ_2 одинаковы для позиций «а» и «b»

Возможно, в геологической теории аналогией данного процесса выступает физическое выветривание горных пород и строительных материалов. Тогда результаты разрушения – характеристики уровня A_2 – задаются параметрами исходной системы – её составом, строением, свойствами, а также скоростью и мощностью поступающей к системе внешней энергии.

Позиция «*b*» соответствует повышению начального уровня преобразования системы ($A_{1b} > A_{1a}$) в результате проведения каких-либо модернизаций, реформ, оптимизаций и т. п. (на рисунке показана вертикальная стрелка). При этом абсолютная величина скорости изменений во втором случае выше, чем в первом: $|V_2| > |V_1|$ (графики красного цвета). Этот факт существенен, поскольку и в экологической теории, и в теории солнечно-земных связей именно скорости изменений отводится роль ведущего воздействия, или сигнала, на который реагируют биологические и биолого-социальные системы. В трудах академика А.А. Ухтомского внимание уделяется фазе «оперативного покоя» организмов, возникающей при низкой скорости варьирования параметров окружающей среды. Процессы с очень высокой скоростью – частотой – изменений со временем также игнорируются ЦНС, являясь для неё мощным стрессовым фактором.

Позиции «*a*» и «*b*» сближает одинаковая продолжительность изменений (при различной скорости процессов), которая соответствует интервалу времени на уровне 0,5 или 0,7 от максимального значения скорости ($A_{0,5}; A_{0,7}$).

Позиция «*c*» характеризуется сохранением максимальной абсолютной величины скорости перехода между двумя уровнями ($|V_3| = |V_2| > |V_1|$), но более постепенным, плавным характером изменений ($\Delta\tau_c > \Delta\tau_b = \Delta\tau_1; \tau_{2c} > \tau_{2b}$).

Таким образом, для систем биологической и биолого-социальной природы роль фактора, определяющего изменение их свойств, в т.ч. поведения, играет не только скорость инициируемых преобразований (связанная со скоростью внешних воздействий), но и их продолжительность, постепенность. К постепенным изменениям, отличающимся небольшой скоростью, система легко адаптируется в широком диапазоне условий и ресурсов её жизнедеятельности. Чем хуже состояние условий и ресурсов, тем в большей степени изменения первой группы рассматриваются как стрессовый фактор. Другими словами, даже медленные и постепенные изменения выступают для системы стрессом в условиях, например, резкого недостатка базовых ресурсов жизнедеятельности или резкого ограничения доступа к этим ресурсам. Также важно, что роль лимитирующего развитие фактора скорее сыграет не минимум какого-либо компонента среды, а *экстремальная скорость* изменения содержания данного компонента, причём как в сторону увеличения, так и в сторону снижения содержания. Поэтому текущие и перспективные (как и ретроспективные, безусловно) состояния системы будут определяться именно композицией величин скоростей влияющих на систему факторов, а интервалы времени (и пространства), отмечаемые наложением нескольких экстремумов скоростей, можно интерпретировать как фазу кризиса развития системы. Чем больше экстремумов – как положительных, так и отрицательных – локализуется в пределах ограниченного интервала времени и/или пространства, тем сильнее кризис: тем выше вероятность количественного и качественного изменения системы. Целенаправленное сближение во времени и/или пространстве экстремумов скорости изменения отдельных факторов, к ходу которых система особенно чувствительна, служит одним из инструментов управления её составом, строением и свойствами, в т.ч. поведением и целеполаганием. Примером, видимо, служит сближение экстремума развития эпидемической ситуации в том или ином регионе (если источником эпидемии

выступает так называемый «спящий вирус» с известными характеристиками, включая скорость распространения в среде), экстремума стагнации экономики и социально-экономической ситуации в целом, максимума нарастания активности Солнца, максимума изменения климатических условий жизнедеятельности и снижения доступа к ресурсам жизни высокого качества. При этом используется допущение о «достаточной автономности» (термин Р.У. Хэмминга) принятых к рассмотрению процессов, хотя понятно, что между ними существуют связи различного рода и силы. Согласно практике управления, вектор преодоления подобной ситуации определяют усилия руководства по «рассредоточению», «размыванию» облака экстремумов во времени и/или пространстве. Учёту, несомненно, также подлежат неодинаковый вклад экстремума каждой скорости в результирующую ситуацию развития ($|V_i|$); интервал времени сохранения экстремальных значений (Δt_v ; допустим, что рассматриваются сочетания вида ($|V_{0,7}| \cdot \Delta t_v$; $\int |V(\tau)| dt$ и им подобные, выступающие численной мерой воздействия данного фактора); принципиальная возможность влиять на ход того или иного процесса. Сочетания высоких «доз» изменения наиболее значимых для систем факторов оказывают на развитие систем более негативный эффект, по сравнению с комбинациями низких «доз» или комбинациями тех же высоких «доз», но в благоприятных условиях жизнедеятельности. Стоит принимать во внимание, вероятно, пороговый характер воздействия каждой «дозы» и их различных сочетаний.

Таким образом, для эффективного управления системой – посредством изменения комбинаций величин скоростей действующих на систему факторов – на первом этапе уровни некоторых факторов должны быть повышены. Речь может идти об уровне «цифровизации» экономики и системы образования, расширении ассортимента потребляемых обществом товаров и услуг, росте цен на экспортируемые государством товары и услуги, предоставлении ему режима «наибольшего благоприствования» при заключении торговых и иных сделок, об общем уровне безопасности и комфорта жизнедеятельности. На втором этапе происходит искусственное «обрушение» достигнутых ранее уровней, дающее мощный системный ответ. Так, в 1996 году высокий уровень животноводства Великобритании выступил, по-видимому, главным фактором, способствующим распространению в государстве эпидемии энцефалопатии крупного рогатого скота, носителем которой был признан прионированный белок, содержащийся в кормах. В России середины 1990-х годов данная эпидемия распространения не получила (как и её экономические последствия) по причине низкого уровня развития животноводства. В любом случае, речь следует вести не о развитии вообще, понимаемом как абсолютная и безусловная ценность, а об *оптимальном* уровне развития, согласованном с традициями, возможностями и «образом будущего» каждого конкретного государства. При этом ключевую роль будут играть стратегическое планирование, наличие у элит «долгой воли», позволяющие согласовывать мышление и деятельность людей на протяжении долгого времени.

Итак, мы допускаем обращение оппонентов России к подобному механизму дестабилизации внутривнутриполитической ситуации в самые ближайшие сроки – 2021-2023 годы. Однако А.Л. Чижевский полагал, что «все три фазы второй эпохи <цикла> развиваются иногда вполне механистически, без организующего участия

действующих индивидов, чем подготавливаются совершенно неожиданные эффекты массового <сплочения на пути к...> началу третьей эпохи цикла – периоду максимальной <социальной> активности. Таким образом назревает необходимость решения, в первую очередь..., основного вопроса, волнующего массы данного человеческого сообщества» [2, с. 364].

И решения, как правило, насильственного, силового, поскольку, в условиях недостатка времени и иных базовых ресурсов жизни, другие механизмы продолжения социальной истории демонстрируют людям резкое снижение эффективности и, по сути, не получают поддержки общества. Заметим, что снижение эффективности системы механизмов развития (механизмов культуры) не происходит в одночасье. Данная система обладает сложными темпоральными характеристиками, определяющими как наличие признаков начала снижения её эффективности, так и признаков начала нового роста эффективности. Между этими историческими вехами проходит немало времени.

«В результате из всего изложенного, – резюмирует свою часть рассуждений профессор А.Л. Чижевский, – мы получаем морфологический закон всемирно-исторического процесса, формулируемый мною следующим образом. Течение всемирно-исторического процесса составляется из непрерывного ряда циклов, синхроничных циклам периодической пятнообразовательной деятельности Солнца; каждый цикл в среднем арифметическом равен 11 годам. <...> Уклонения от данного морфологического закона... вызываются причинами, лежащими вне зависимости от космического фактора, и являются лишь социально-историческим следствием главных событий, возникших в эпоху максимальной активности <Солнца> и не успевших, по тем или иным причинам, закончиться в пределах вызвавшей их эпохи. Вышеизложенное позволяет принять один всемирно-исторический цикл, состоящий из четырёх эпох, за образец – как основную единицу отсчёта времени всемирно-исторического процесса, как социально-психологический «метр» истории, ибо социально-психологической структуре одного цикла соответствует социально-психологическая структура всех остальных. Возникшую на основе этих соображений новую отрасль знания предварительно можно назвать историометрией, которая, таким образом, является наукой об измерении исторического времени посредством физических единиц. <...> По отношению к всемирно-историческому процессу, время, занятое одной солнечной единицей <продолжительностью 11,1 года>, может быть названо историометрическим циклом» [2, с. 373-375].

Тем не менее, «политическая и общественная жизнь народов многообразна и разнообразна. Всякий народ... живёт обособленной, индивидуальной жизнью. Лишь в общем и целом общественная и политическая эволюция одного народа напоминает эволюцию другого. В деталях же между ними несравнимая разница, и тщетно было бы искать какой-либо общей меры для измерения ею эволюционного развития всех народов и во все времена. Но среди великого разнообразия политических и общественных явлений перед нами всё яснее обнаруживаются синхронный ритм в жизни всех народов, биение общечеловеческого пульса, одновременные периодические смены экзальтаций и депрессий, возрождений и

упадков в политической и общественной жизни всех народов. Этот ритм, эти биения зависят от 11-летних (в среднем) периодических колебаний солнечной активности, и эта энергетическая зависимость проливает свет на те... явления массовой психологии, социологии и истории, которые до сих пор ещё не получили объективно-научного освещения» [2, с. 421].

Итак, самочувствие, здоровье, трудовая и социальная активность людей определяются не только экологическими факторами, имеющими земную природу, но и изменениями «космической погоды», связываемыми с электромагнитными и корпускулярными излучениями Солнца и Космоса. Гелиогеофизические процессы – часть единого физического процесса, который обычно начинается на Солнце и заканчивается на Земле. Влияние фактора солнечной активности на организм человека заметно осложняется одновременным действием биолого-социальных, производственных, психолого-эмоциональных и целого ряда иных факторов.

Список литературы

1. Лупачев Ю.В. *Историометрические циклы А.Л. Чижевского: реальность и прогностические возможности* / Ю.В. Лупачев // *Вестник РАН*, 1996. – Т. 66. – № 9. – С. 796-799.
2. Чижевский А.Л. *Земля в объятиях Солнца*. – М.: Изд-во Эксмо, 2004. – 928 с. – (Серия «Антология мысли»).

ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ. ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПЕРСПЕКТИВЫ ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ИНДИКАТОРНОЙ ЭКОПАТОЛОГИИ

Т.Е. Алешина, А.Б. Жукова

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского,
г. Калуга

Аннотация. На основании данных по заболеваемости онкологией в Калужской области за 2012-2016 гг. с помощью ГИС-технологий были созданы медико-географические карты Калужской области, отражающие плотность распределения заболеваемости онкологией в расчете на число постоянно проживающих в районах области людей.

Территориальное распределение онкологических заболеваний в Калужской области за 2012-2016 гг. показывает, что наибольшее число случаев всех изученных групп онкозаболеваний регистрируется на территории муниципального образования г. Калуга и на территории Мосальского, Спас-Деменского, Куйбышевского, Жиздринского и

Хвастовичского районов. Поскольку заболеваемость онкологией обусловлена многими факторами, онкологическая ситуация в Калужской области требует дальнейшего анализа.

Ключевые слова: онкологические заболевания, ГИС-технологии, Калужская область.

Злокачественные новообразования являются индикаторной экологической патологией, высокоэффективным и социально значимым показателем состояния здоровья популяции в целом. Показано, что экологические факторы оказывают прямое или опосредованное влияние на динамику и структуру заболеваемости злокачественными новообразованиями [1, 9].

На радиоактивно загрязненных территориях Калужской области (Хвастовичский, Жиздринский, Ульяновский районы) отмечалась повышенная онкологическая заболеваемость по сравнению с малозагрязненными районами области [2].

Очевидно, таким образом, что территория проживания оказывает влияние на здоровье населения. Информация о медико-экологической безопасности территории важна и должна быть доступна и для населения, и для лиц, принимающих решения о реализации медико-социальных программ, мероприятиях по защите окружающей среды.

Перспективно направление визуализации данной информации с помощью ГИС-технологий [7]. Согласно Концепции создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения [6], ГИС здравоохранения региона должна отвечать за обработку информации, привязанной к территории, и формирование как табличных и графических, так и картографических отчетов для анализа и прогнозирования территориального распределения медико-демографических показателей. При этом первым этапом создания математико-картографической модели оценки и прогнозирования медико-экологической обстановки при анализе распространения онкологических заболеваний является сбор первичных данных по онкологической заболеваемости и их дальнейшая стандартизация [7].
Источник ссылки не найден.

Целью настоящей работы является рассмотрение возможности использования ГИС-технологии для оценки медико-экологической обстановки на примере онкозаболеваемости на территории Калужской области.

Материалы и методы

В процессе работы в качестве материала исследования послужила фондовая информация об онкозаболеваемости в Калужской области. Были собраны данные по заболеваемости онкологией в Калужской области за пятилетний период с 2012 года по 2016 год.

Сбор данных проводился на базе ГБУЗ КО «Калужский областной клинический онкологический диспансер» в период с января 2017 года по декабрь 2017 года. Исследованы истории болезни пациентов, хранящиеся в архиве ГБУЗ КО «Калужский областной клинический онкологический диспансер». Объем выборки составил 2343 случая заболевания онкологией. Исследуемые онкозаболевания были разбиты на 4 группы: заболевания желудочно-кишечного

тракта, заболевания органов дыхательной системы, органов женской половой системы и мужской половой системы.

Для стандартизации полученных первичных данных абсолютные показатели заболеваемости переводились в относительные: находилась плотность заболеваемости онкологией в расчете на число постоянно проживающих в районах области людей. Необходимые статистические данные по численности населения по муниципальным районам и городским округам за 2012-2016 гг. были использованы из статистического ежегодника «Калужская область в цифрах (2011-2017 гг.)», полученного на официальном сайте kalugastat.gks.ru [5].

Относительные показатели заболеваемости онкологией по отдельным районам Калужской области, то есть коэффициенты распространения рассматриваемой патологии среди населения, рассчитывались по формуле [8]:

$$K = \frac{a}{b} \cdot 10000,$$

где K – коэффициент распространения онкологических заболеваний; a – число случаев онкозаболеваний; b – средняя численность населения за определенный год.

Медико-географические карты строились по средним арифметическим значениям ежегодных (с 2012 по 2016 гг.) коэффициентов распространения онкологических заболеваний в программе MapInfo Professional 12.5.

Результаты и обсуждение

В данной работе приводятся результаты по территориальному распределению онкологических заболеваний ЖКТ, как наиболее связанных с экологией окружающей среды и преобладающих в структуре онкозаболеваемости региона, а также интегральные результаты по всем группам исследуемых патологий.

Картирование территории Калужской области по числу онкологических заболеваний ЖКТ в расчете на число постоянно проживающих людей в районах области позволяет оценить территориальное распределение этих онкозаболеваний в 2012-2016 гг. по Калужской области (рис. 1).

Наибольшие показатели онкозаболеваемости в группе заболеваний ЖКТ отмечаются в 3 районах области: в Спас-Деменском, Жиздринском и Хвостовичском (рис. 1). Частота случаев заболеваемости онкологией ЖКТ в этих районах за исследуемый период составляет 12,5-14,7 случаев на 10 тыс. населения.

Наиболее приближены к максимальному показателю по региону территория муниципального образования г. Калуга и Мосальский, Ульяновский, Куйбышевский, Юхновский и Тарусский районы. Частота случаев заболеваемости онкологией ЖКТ в этих районах составляет 10,5-12,5 случаев на 10 тыс. населения.

В центральной части, а так же на севере Калужской области сконцентрированы районы, показатели заболеваемости онкологией ЖКТ, которых являются наименьшими и находятся в диапазоне 6,8-9,1 случаев на 10 тыс. населения.

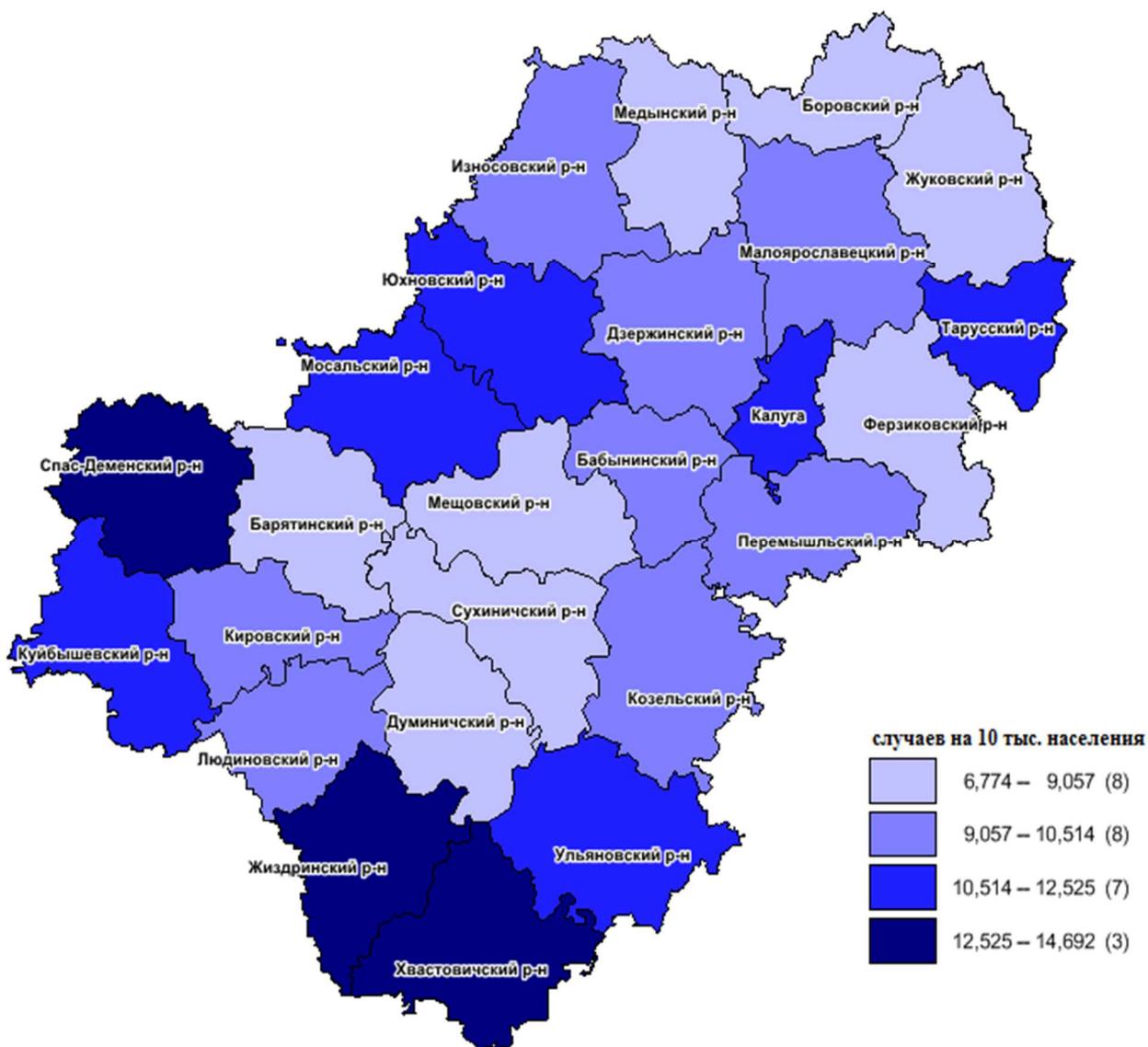


Рис. 1. Территориальное распределение онкозаболеваний желудочно-кишечного тракта в Калужской области за 2012-2016 гг.

Интегральная карта (рис. 2) всех изученных групп онкозаболеваний в Калужской области за 2012-2016 гг. отражает онкологическую ситуацию в регионе в целом за исследуемый период. Наибольшее число случаев всех изученных групп онкозаболеваний регистрируется на территории муниципального образования г. Калуга и на территории западных и южных районов: Мосальского, Спас-Деменского, Куйбышевского, Жиздринского и Хвастовичского. При этом все четыре уровня заболеваемости от максимального в интервале 30,5-32,6 до самого низкого по региону в интервале 19,4-23,2 случаев на 10 тыс. населения распределены равномерно и наблюдаются в 6 районах (24,0 %), 7 (28,0 %), 6 (24,0 %) и 6 районах (24,0 %) области соответственно.

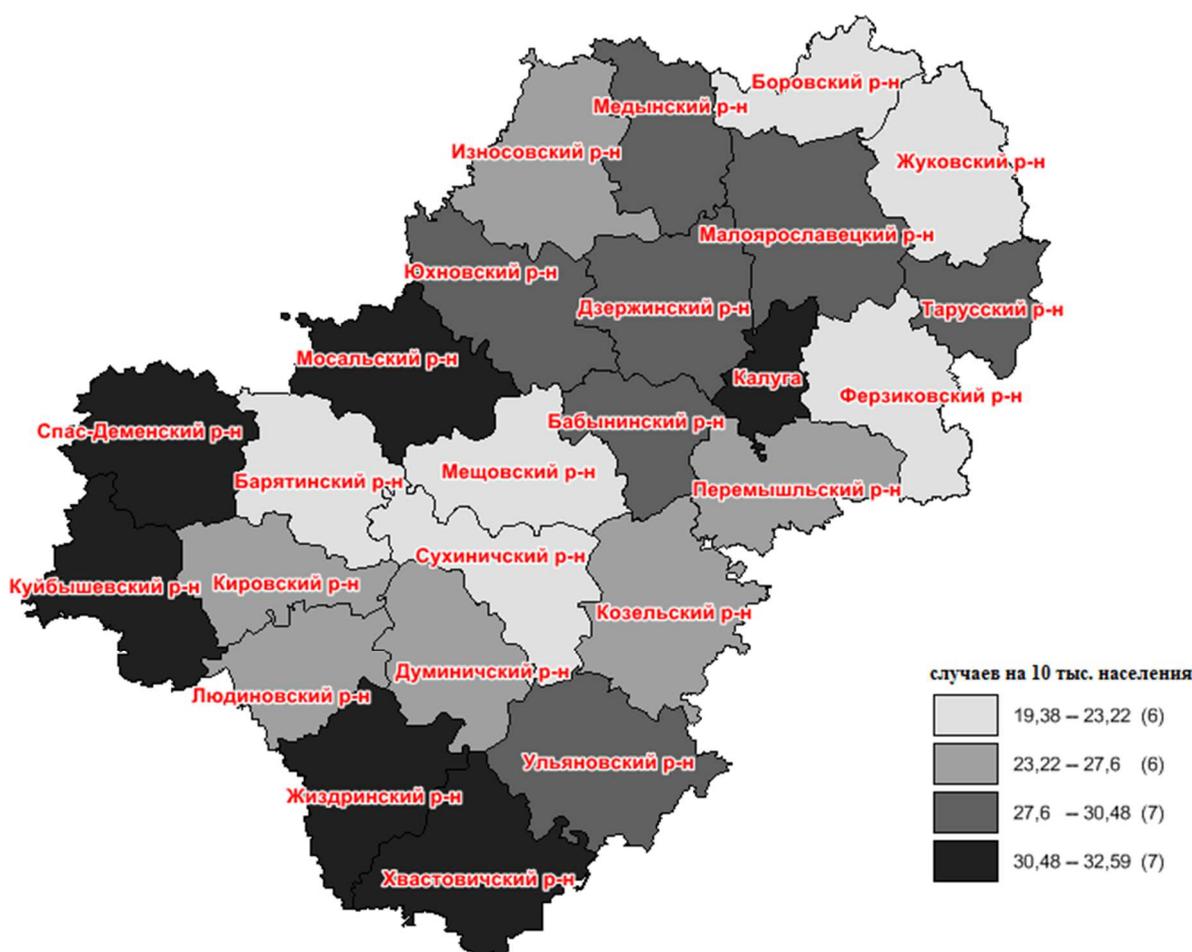


Рис. 2. Интегральная карта всех изученных групп онкозаболеваний в Калужской области за 2012-2016 гг.

Следует отметить, что, поскольку рост заболеваемости злокачественными новообразованиями в России в последние годы связывают с неблагоприятными демографическими процессами, экологическим состоянием окружающей среды, социально-экономическими проблемами [1, 9], в Калужской области требуется создание математико-картографической модели оценки и прогнозирования онкологической обстановки. При этом, на следующем этапе создания модели должна последовать оценка показателей антропогенной нагрузки и построение аналитических карт по каждому показателю для всех районов. На заключительном этапе формирования модели необходимо провести выяснение причин различий в территориальном распределении высоких и низких уровней заболеваемости, установление закономерности между частотой встречаемости онкологических заболеваний и влиянием факторов среды.

Список литературы

1. Гичев Ю.П. *Загрязнение окружающей среды и здоровье человека (печальный опыт России)* / Ю.П. Гичев. – Новосибирск: СО РАМН; 2002. – 229 с.
2. Григорьев Ю.И. *Первичная заболеваемость как показатель, характеризующий уровень здоровья населения Калужской области* /

Ю.И. Григорьев, А.В. Ершов // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – №18(3). – С. 80-84.

3. Каприн А.Д. Злокачественные новообразования в России в 2012 году (заболеваемость и смертность) / А.Д. Каприн, В.В. Старинский, Г.В. Петрова. – М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России; 2014. – 250 с.

4. Каприн А.Д. Злокачественные новообразования в России в 2016 году (заболеваемость и смертность) / А.Д. Каприн, В.В. Старинский, Г.В. Петрова. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2018. – 250 с.

5. Статистический ежегодник «Калужская область в цифрах (2011-2017 гг.). Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калужской области; 2019. Доступно: http://kalugastat.old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kalugastat/ru/publications/official_publications/electronic_versions/ (дата обращения: 12.02.2019)

6. Стрельцов А.Б. Использование ГИС-технологий для экологического анализа медико-географических данных в условиях города / А.Б. Стрельцов, Ж.В. Емельянова, Д.Л. Блинов // Материалы X Всероссийской конференции с международным участием «Медицинская география на пороге XXI века». – СПб: Издательство РГО, 1999. – С. 95-96.

7. Филатов Н.Н. Географические информационные системы. Применение ГИС при изучении окружающей среды / Н.Н. Филатов. – Петрозаводск: Издательство КГПУ; 1997. – 103 с.

8. Чисов В.И. Организация онкологической службы России (методические рекомендации, пособия для врачей). Часть 2 / В.И. Чисов, В.В. Старинский, Б.Н. Ковалев. – М.: ФГУ МНИОИ им. П.А. Герцена Ростехнологий; 2007. – 613 с.

9. Яблоков А.В. Преображенская Н.Е. ЧЕРНОБЫЛЬ: последствия Катастрофы для человека и природы / А.В. Яблоков, В.Б. Нестеренко, А.В. Нестеренко. – М.: Товарищество научных изданий КМК; 2016. – 826 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ В СВЕТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ С ОЗОНОВЫМ СЛОЕМ

Н.А. Целигоров, И.В. Ковалев, Е.Н. Целигорова
Донской государственной технической университет (ДГТУ),
г. Ростов-на-Дону

Аннотация. В работе рассмотрена история использования различных групп фреонов, использующихся в автомобильных кондиционерах, от влияющих на озоновый слой Земли до озонобезопасных.

Истощение озонового слоя, который защищает Землю от жесткого солнечного излучения, уже много лет является глобальной проблемой человечества. К причинам появления озоновых дыр относят:

- испытания ядерного оружия;
- лесные пожары;
- пуски ракет;
- полеты авиатранспорта;
- применение фреонов в бытовой химии и технике и др.

Выбросы автотранспорта и предприятий промышленности также являются одними из главных загрязнителей атмосферы, влияющих на санитарно-эпидемиологическое здоровье населения. Применение в качестве хладагента в автомобильных кондиционерах [1,2] фреона также сказывается на состоянии озонового слоя.

Одним из первых устройств, предназначенным для охлаждения салона автомобиля стало использование воздухозаборника в виде трубы (рис. 1), который устанавливался на двери или крыше автомобиля [3].



Рис. 1. Внешний вид трубного воздухозаборника

Набегающий встречный поток воздуха испарял находящуюся в резервуаре воду, пары которой поступали в салон и понижали температуру в салоне на 5-10 градусов. Эта система была простой, дешевой и, самое главное, в ней использовался экологически чистый хладаноситель. Данное устройство несмотря на простоту производилось до конца 60-х годов. После появления в 30-х годах компрессорного типа холодильных машин их стали устанавливать на автомобили.

Применение фреона в автомобильном кондиционере началось в 1939 г. с автомобиля Packard (рис. 2).



Рис. 2. Автомобиль Packard Super Eight Touring Sedan

Уже в 1941 г. система кондиционирования была установлена фирмой Cadillac на 300 автомобилях. С течением времени установка автомобильных кондиционеров пошло по нарастающей – к 70-м годам их было установлено 3,5 тысяч, а к 90-м годам порядка 20 миллионов. В качестве хладагента использовался фреон R-12 [3], относящийся группе хлорфторуглеродов (ХФУ). В Советском Союзе в годы перестройки выпускались небольшие партии кондиционеров на автомобили «Жигули» и «Волга».

В последние годы выявилась некоторая мировая тенденция – снижения качества изготовления как автомобилей, так и, как следствие, автомобильных кондиционеров [4]. Это проявляется в том, что такие концерны, как Mercedes, Volkswagen, Audi стали выпускать технику с ограниченным сроком эксплуатации, после которого её необходимо менять на новую. В автомобильных кондиционерах это тенденция проявляется в коррозии алюминиевых деталей конденсора и подводных трубок, что приводит к разгерметизации системы и утечки фреона.

Большинство используемых в настоящее время фреонов относится к группе ХФУ, которые, как считается, попадая в верхние слои атмосферы, создают парниковый эффект. Кроме того, они участвуют в разрушении озонового слоя, вызывая усиленное действие ультрафиолетового излучения на поверхность планеты [5]. Всё это вызывает обеспокоенность у мировых ученых.

На смену фреону R-12 пришел новый разработанный учеными фреон R – 134a, относящийся к группе гидрофторуглеродов (ГФУ), который не способствует разрушению озонового слоя. В эту же группу входит фреон R-404A – квазизеотропная смесь газов, который используется для рефрижераторного транспорта. Фреон R-134a разрешается использовать в автомобильных кондиционерах, выпущенных до 2011 года.

В ближайшем будущем автопроизводители Европы предполагают заменить фреон R – 134a на более перспективный R-1234yf, который менее вреден для окружающей среды. Однако быстрому внедрению данного фреона на автомобильном рынке препятствует его высокая стоимость, которая выше в три раза по сравнению с стоимостью фреона R – 134a [6].

Одним из способов решения этой проблемы также является применение в автомобильных кондиционерах состава R-744, в котором используется CO₂ в качестве хладагента. Концерн Mercedes-Benz планирует установить такие кондиционеры на моделях E-Class и S-Class.

Список литературы

1. Думлер М.Г. Расчет ТРВ автомобильного кондиционера с использованием программы «Alcoscontrols» / М.Г. Думлер, Н.А. Целигоров, Г.Г. Галка // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 46-7. – С. 8-12.
2. Целигоров Н.А. Использование программы EEV Selection для измерения параметров кондиционера легкового автомобиля / Н.А. Целигоров, Р.А. Иванов // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 47-6. – С. 50-52.
3. <http://www.centri-tuning.ru/ru/journal/klimat/istorija-avtomobilnyh-kondicionerov.htm>

4. <https://iia-rf.ru/women/pochemu-razrushaetsya-ozonovyi-sloi-zemli-problema-razrusheniya-ozonovogo-sloya/>

5. Промышленно – экологический интернет журнал/
<https://prompriem.ru/stati/chto-razrushaet-ozonovyyj-sloj.html>

6. <https://automediapro.ru/era-hladagenta-r-134a-podhodit-k-kontsu/>

МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В РАЙОНАХ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДСКОГО ПРОМЫШЛЕННО - ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

С.Б. Петров, Б.А. Петров

Кировский государственный медицинский университет,
г. Киров

***Аннотация.** В работе приведены материалы по разработке концептуальной модели медико-профилактических мероприятий среди населения г. Кирова, проживающего в районах влияния атмосферных выбросов предприятий городского промышленно – энергетического комплекса. Комплекс медико-профилактических мероприятий включает проведение диспансеризации взрослого и детского населения, применение населением средств индивидуальной биологической профилактики, организацию территориального мониторинга здоровья населения.*

***Ключевые слова:** промышленно-энергетический комплекс, атмосферные выбросы, городское население, медико-профилактические мероприятия.*

В задачи исследования входила разработка концептуальной модели медико-профилактических мероприятий среди населения, проживающего в районах влияния атмосферных выбросов предприятий городского промышленно – энергетического комплекса. Исследование проведено на территории г. Кирова, основная промышленная зона которого находится в северо-западном секторе, где размещены предприятия теплоэнергетики и цветной металлургии, машиностроительной и нефтехимической промышленности, формирующие городской промышленно-энергетический комплекс (ПЭК).

В жилых районах, входящих в зоны влияния атмосферных выбросов предприятий ПЭК, индексы опасности (НИ) составляли 3,2-4,2. При расчете величины относительного риска поглощения вредных веществ из атмосферного воздуха (R_i) первые ранговые места среди контролируемых загрязнителей атмосферного воздуха принадлежат, соответственно, взвешенным веществам, фенолу и формальдегиду. По данным медико-статистических исследований в районах влияния атмосферных выбросов городского ПЭК отмечается статистически значимый ($p < 0,05$) высокий по сравнению с контрольным районом общий уровень распространенности заболеваний среди взрослого и детского населения. Значения относительного риска (RR) развития заболеваний среди взрослого населения (1,11-1,42), детского населения (1,04-1,19) [4,5].

Комплекс медико-профилактических мероприятий включает проведение диспансеризации взрослого и детского населения, применение населением средств индивидуальной биологической профилактики (ИБП), организацию территориального мониторинга здоровья населения.

Диспансеризацию населения, проживающего в районах влияния атмосферных выбросов предприятий ПЭК, с учетом обеспечения качественного массового обследования населения с минимальными временными и финансовыми затратами, целесообразно организационно строить на основе действующих нормативных документов, регламентирующих проведение профилактических медицинских осмотров.

Для целенаправленного проведения профилактических медицинских осмотров на основании разработанных моделей причинно-следственных связей в системе “атмосферный воздух городской среды – химическое загрязнение - здоровье населения” среди населения, проживающего в районах влияния атмосферных выбросов предприятий городского ПЭК, определены группы повышенного риска развития заболеваний, имеющих этиопатогенетическую связь с аэротехногенными загрязнителями городской среды:

1) дети до 14 лет, подростки – повышенный риск развития болезней органов дыхания (аллергический ринит – RR 1,38; $r = 0,937$; $r^2 = 0,879$; $F = 21,88$; $p = 0,018$; хронический фарингит, назофарингит, синусит, ринит – RR 1,30; $r = 0,891$; $r^2 = 0,794$; $F = 11,61$; $p = 0,04$; хронические болезни миндалин и аденоидов – RR 1,46; $r = 0,890$; $r^2 = 0,793$; $F = 11,54$; $p = 0,04$; бронхиальная астма – RR 1,74; $r = 0,918$; $r^2 = 0,843$; $F = 16,22$; $p = 0,027$; кожи и подкожной клетчатки (аллергический дерматит – RR 1,48; $r = 0,895$, $r^2 = 0,802$, $F = 12,18$, $p = 0,04$; мочеполовой системы (гломерулярные и тубулоинтерстициальные болезни почек – RR 1,48; $r = 0,896$; $r^2 = 0,804$; $F = 12,3$; $p = 0,03$);

2) взрослое население, которое в сфере своей профессиональной деятельности не имеет контакта с производственными вредностями – повышенный риск развития болезней системы кровообращения (болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением – RR 1,40; $r = 0,910$; $r^2 = 0,8294$; $F = 38,8$; $p = 0,0002$; ишемическая болезнь сердца – RR 1,58; $r = 0,993$; $r^2 = 0,986$; $F = 146,4$; $p = 0,006$; цереброваскулярные болезни – RR 1,32; $r = 0,897$; $r^2 = 0,805$; $F = 33,1$; $p = 0,0004$), органов дыхания (хронический бронхит – RR 1,52; $r = 0,891$; $r^2 = 0,794$; $F = 11,7$; $p = 0,04$; бронхоэктатическая болезнь – RR 1,37; $r = 0,907$; $r^2 = 0,823$; $F = 14,0$; $p = 0,03$; бронхиальная астма – RR 1,67; $r = 0,948$; $r^2 = 0,898$; $F = 26,8$; $p = 0,01$), кожи и подкожной клетчатки (аллергический дерматит – RR 1,60; $r = 0,985$, $r^2 = 0,971$, $F = 103,06$, $p = 0,002$), мочеполовой системы (гломерулярные и тубулоинтерстициальные болезни почек – RR 1,63; $r = 0,894$, $r^2 = 0,800$, $F = 12,03$, $p = 0,04$).

При организации диспансеризации населения необходимо предусмотреть внедрение эффективных технологий функциональных и лабораторных исследований для выявления начальных, обратимых стадий

патологических состояний. Диагностику донозологических состояний в ходе проведения массовых профилактических осмотров рекомендуется осуществлять с помощью информационно-диагностических систем (Биометр ПД – 02, многотерминального комплекса «Скрининг», автоматизированной системы профилактического осмотра АСПОН и др.) [2,8].

В ходе проведения профилактических осмотров населения целесообразно исследовать состояние адаптационного статуса организма неинвазивными методами. К числу таких методов можно отнести – оценку естественной резистентности организма путем определения уровня содержания лизоцима в слюне; установление уровня интегрального показателя резистентности организма, характеризующего отношение интенсивности процессов свободно-радикального окисления и антиокислительной активности при исследовании конденсата альвеолярной влаги (экспирата) из выдыхаемого воздуха [7].

Применение ИБП предусматривает использование средств, направленных на повышение эффективности естественных механизмов детоксикации и элиминации вредных веществ, репаративных и замещающих процессов, активности антиоксидантной и антиперекисной защиты, снижение задержки ксенобиотиков в организме, мобилизацию резервных возможностей организма [1,3].

Учитывая, что в основе патогенного действия большинства вредных химических веществ, содержащихся в атмосферных выбросах предприятий городского ПЭК, лежит процесс свободнорадикального окисления, к числу средств индивидуальной биологической профилактики можно отнести комплексы витаминов (А, В, С, Е), антиоксидантные системы пищевых компонентов (плоды, ягоды, овощи – содержащие каротиноиды, ретиноиды, α , β , γ – токоферолы, убихиноны, флавоноиды, терпеноиды). Именно эти пищевые компоненты в виде салатов, винегретов, киселей, компотов и соков, пищевых биодобавок целесообразно включать в рацион питания населения, проживающего в зонах воздействия атмосферных выбросов предприятий городского промышленно-энергетического комплекса.

В комплексе медико-профилактических мероприятий, направленных на предупреждение развития экологически обусловленной патологии и снижение уровней заболеваемости, важная роль принадлежит организации территориальной системы мониторинга здоровья населения, основной задачей которого является оценка и прогнозирование риска здоровью населения в связи с воздействием экологических факторов городской среды.

Среди современных систем, моделирующих зависимость показателей здоровья населения от уровней воздействия экологических факторов, наиболее адекватной технологией является применение искусственных нейронных сетей, способных моделировать как линейные, так и сложные нелинейные зависимости [6]. На основе нейросетевой модели нами была разработана автоматизированная информационно-аналитическая система (АИАС) мониторинга здоровья населения в связи с воздействием

аэротехногенных загрязнителей городской среды «Эко-риск ПРОГНОЗ». Данная АИАС является одним из функциональных блоков территориального социально-гигиенического мониторинга и предназначена для оценки и прогнозирования риска [5].

Полученные в ходе проведения мониторинга данные аналитической оценки являются основой для принятия управленческих решений по обеспечению экологической безопасности, в том числе по разработке территориальных целевых оздоровительных программ.

Список литературы

1. Дегтярева Т.Д. Принципы, механизмы и некоторые итоги испытания средств комплексной биологической профилактики экологически обусловленных и профессиональных хронических интоксикаций неорганическими веществами / Т.Г. Дегтярева, Б.А. Кацнельсон, Л.И. Привалова, О.Л. Малых // Вестник РГМУ. – 2004. - № 7 (38). – С. 66-68.

2. Жиляев П.С. Автоматизированные системы для организации профилактических осмотров населения / П.С. Жиляев, В.В., Горюнова, Т.И. Горюнова, Д.А. Завьялова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-1. – С. 126-126;

3. Кузьмин С.В. Подходы к организации массовой биологической профилактики вредного влияния химического загрязнения среды обитания на здоровье детского населения и к оценке ее эффективности (опыт Свердловской области): пособие для врачей /С.В. Кузьмин, Б.А. Кацнельсон, Т.Д. Дегтярева, Л.И. Привалова // Екатеринбург. – 2005. – 43 с.

4. Петров С.Б. Эколого-эпидемиологическое исследование по оценке влияния атмосферных выбросов городского промышленно- энергетического комплекса на здоровье населения / С.Б. Петров, Е.Н. Онучина, Б.А. Петров // Экология человека. – 2012. - № 3. – С. 11-15.

5. Петров С.Б. Информационная система на базе искусственных нейронных сетей для оценки и прогнозирования риска здоровью городского населения/ С.Б. Петров, Б.А. Петров// Сборник научных трудов по материалам VIII Международной науч.-практ. конф. «Экологические проблемы промышленных городов». – Саратов. – 2017. – С. 480-483.

6. Потылицына Е.Н. Использование искусственных нейронных сетей для решения прикладных экологических задач /Е.Н. Потылицына, Л.В. Липинский, Е.В. Сугак //Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4.

7. Ракитский В.Н. Методические подходы к оценке показателей окислительного стресса при воздействии антропогенных факторов среды / В.Н. Ракитский, Т.В. Юдина // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 28-30.

8. Семенова Е.А. Автоматизированные системы скринирующей диагностики / Е.А. Семенова, В.В. Шаповалов // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2016. – № 5. – С. 123-130.

ГЕНОТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГОЛЬНО-ПОРОДНЫХ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ 10-0,1 МКМ И МЕНЕЕ 0,1 МКМ НА ФИБРОБЛАСТЫ ЛЕГКОГО ЧЕЛОВЕКА

А.В. Ларионов, Е.А. Щетникова, Е.Д. Вдовина
Кемеровский государственный университет,
г. Кемерово

Аннотация. Для многих форм пылевых частиц менее 10 мкм в диаметре установлено генотоксическое и канцерогенное воздействие. Предполагается, что частицы разных размеров могут значительно отличаться по характеру и степени вызываемых биологических эффектов. Проведено 6-часовое экспонирование клеточных культур эмбриональных диплоидных фибробластов легкого человека MRC-5 образцами пылевых частиц, собранными на расстоянии 3 км от объекта открытой добычи угля и угольной электростанции. Для обоих объектов фракция наночастиц (< 0,1 мкм) показала высокую токсичность уже в концентрации 0,25 мг/мл, при этом токсичность увеличилась на 25-30 % в концентрации 1 мг/мл. Фракция микрочастиц (0,1-10 мкм) характеризовалась меньшим уровнем генотоксичности, но отмечено двукратное увеличение частоты МЯ при концентрации 1 мг/мл. Частицы крупного размера, собранные вблизи разреза, показали большую токсичность, особенно в малых концентрациях. Показатели частоты некроза/апоптоза мало зависели от фракционного состава и изменения концентрации объектов.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение воздуха микроскопическими частицами является одной из наиболее острых проблем урбанизированных промышленных регионов. Сочетание пылевых частиц в воздухе с газообразными поллютантами может приводить к взаимному усилению неблагоприятных эффектов, что неизбежно приводит нас к рассмотрению мультиполлютантного подхода [Dominici и др., 2010]. Пылевые частицы, способные по своим аэродинамическим свойствам разноситься на большие расстояния, известны также как «твердые частицы», particulate matter – PM.

Высокий уровень PM является одной из главных проблем, сопровождающей цикл открытой добычи угля. Добыча, переработка и топливный цикл угля приводят к выбросам большого количества твердых частиц. Крупные и мелкие частицы образуются в разном соотношении, в зависимости от техногенного источника, но всегда имеют выраженные отрицательные эффекты [Gautam и др., 2018]. Сложный и непредсказуемый состав проб, включающий не только фракцию каменного угля и пород (собственно PM), но и дополнительные химические соединения, сопровождающие производственный процесс: следы взрывных работ, ГСМ, продукты сгорания, образующиеся при работе техники. Локальные легочные воспалительные реакции в ответ на PM могут вызвать системные воспалительные реакции организма, что в свою очередь ведет к дисбалансу факторов коагуляции, тромбозу и нарушениям работы вегетативной нервной системы [Donaldson и др., 2005]. Воздействие PM почти всегда сопровождается обширной группой химических (оксид кремния, полиароматические

углеводороды, бенз(а)пирен), физических (ионизирующее излучение, высокая влажность, температура) и биологических (микробные агенты) факторов.

Принято относить к РМ частицы с размерами менее 10 мкм (РМ 10). Они подразделяются на «крупные» частицы диаметром 2,5-10 мкм, «легкие» – 2,5-0,1 мкм и «супер-легкие» – менее 0,1 мкм. Предполагается, что в составе частиц наиболее распространенными элементами являются Si, Al, Ca, Fe, Ti, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, а также неорганические ионы SO_4^{2-} , NO_3^- , Na^+ , NH_4^+ , K^+ [Sunder Raman, Норке, Holsen, 2008]. В составе РМ могут присутствовать твердые частицы почвы и подстилающих пород, продукты сгорания топлива и другие техногенные компоненты, а также микрокапли жидкости, металлы, кислоты, ПАУ и прочее [U.S. EPA. Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter (Final Report, Dec 2019). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-19/188, 2019,]. Так, в образцах РМ, собранных вблизи источников сжигания угля, содержание ПАУ в 3-4 раза превышало значения для городской среды, включая выбросы двигателей внутреннего сгорания [Cui и др., 2019].

Размер РМ – главный фактор, определяющий распространение частиц в дыхательных путях человека; крупные частицы (более 10 мкм) эффективно фильтруются верхними дыхательными путями. РМ 10 представляют наибольшую угрозу здоровью человека, проникая в нижние отделы бронхов и легкие, РМ 2,5 способны достигать альвеолярных областей, где происходит газообмен [Kaonga, Kgabi, 2011]. В ряде исследований установлены взаимосвязи повышения содержания РМ 2,5-фракции и токсических эффектов. Увеличение частоты цитогенетических аномалий отмечалось у обследованных, проживающих вблизи мест добычи и перевозки угля [Espitia-Pérez и др., 2018; Matzenbacher и др., 2017]; на клеточных моделях отмечалось снижение жизнеспособности и повышенная токсичность РМ, образующихся при использовании угля в качестве топлива [Saikia и др., 2018]. Показаны также эффекты укорочения теломерных регионов у млекопитающих вблизи угледобывающих предприятий [Matzenbacher и др., 2019]. В то же время, цитотоксическое и мутагенное воздействие наноразмерных угольно-породных частиц естественного происхождения практически не изучалось. Также не вполне ясны границы переноса наиболее мелкой фракции РМ 0,1.

Одним из наиболее известных тестов, характеризующих мутагенную активность, является микроядерный тест. Метод основан на измерении микроядер в цитоплазме интерфазных клеток и может обнаруживать кластогенную и анеугенную активность тестируемых агентов [OECD, 2016]. Микроядро (МЯ) определяется как маленькое внеядерное хроматиновое тело, образованное ацентрическими фрагментами или целыми хромосомами, которые не прикреплены центромерами на стадии метафазной пластинки. Микроядерный тест широко используется для оценки генотоксического потенциала химических веществ и физических факторов, биомониторинга популяций человека в условиях профессионального экспонирования и экотоксикологических исследованиях [Dias, Manelli-Oliveira, Machado-Santelli, 2005]. Модификация теста микроядер *in vitro* (MNvit) может применяться на образцах клеточных

культур. Данный подход не требует применения цитохалазина В для синхронизации стадии анафазы при культивировании клеток. Деление клеток в условиях культуры происходит синхронно и не имеет вариаций, присущих образцам лимфоцитов, полученных от разных доноров. Достаточным условием использования клеточных культур без цитохалазина в методе МЯ является достоверное установление самого факта деления клеток [ОЕСD, 2016].

Увеличение частоты микроядер сопровождается разнообразными токсическими воздействиями, в большинстве подобных работ положительные корреляции были обнаружены для экспонирования угольной пылью, красителями и органическими растворителями и комбинациями этих факторов. При этом часто наблюдаются время- и дозозависимые эффекты, отправной точкой которых принято считать длительный окислительный стресс, сопровождаемый нарушениями ДНК [Silva da, 2016].

В качестве модельных клеток были использованы образцы клеток MRC-5 – линии диплоидных клеток, фибробластов, первоначально полученных из ткани легких абортированного плода европеоида мужского пола в возрасте 14 недель в 1966 г. J.P. Jacobs. Использование клеток легкого – первичной мишени комплексного воздействия РМ – позволяет рассмотреть рабочую гипотезу: биологическая реакция клеток легкого, включающая генотоксические и цитотоксические эффекты, в большой степени определяется дозой и фракционным составом твердых частиц диаметром менее 10 мкм.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выделение образцов пылевых частиц (РМ)

Для проведения исследования были выбраны: объект открытой добычи угля – разрез «Бачатский» с. Беково (точка 1), и сжигания угля – Беловская ГРЭС (точка 2). Сбор образцов пылевых частиц проводился методом снеговой съемки на расстоянии 2,5-3 км от объекта за пределами санитарно-защитной зоны в конце периода накопления снега (март). На каждом объекте было собрано 10 образцов, в дальнейшем для проведения биологического эксперимента пробы с каждого объекта были смешаны в равных пропорциях для получения средневзвешенного компонента контаминации. Метод снеговой съемки выполнен в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».

Собранные образцы подвергались предварительному концентрированию до уменьшения объема в 4 раза по сравнению с исходным. Далее пробы подвергались последовательному фильтрованию с использованием вакуумной системы Sterifil (Merck KGaA, Дармштадт, Германия) на мембранных нейлоновых фильтрах с диаметром пор 10, 2,5 и 0,1 мкм (GVS, Сэнфорд, США). Образцы снимались с фильтров в стерильных пробирках 50 мл с использованием ультразвуковой ванны Elmasonic S30H (Elma, Зинген, Германия). При первом фильтровании (10 мкм) удалялись частицы крупнее 10 мкм, с помощью второго фильтрования (3 мкм) проводился сбор макрофракции РМ 10 (частицы от 10 до

2,5 мкм). При третьем фильтровании с фильтром 0,1 мкм проводился сбор фракции РМ 2,5 (частицы 2,5-0,1 мкм). Оставшуюся суспензию наночастиц РМ 0,1 (менее 100 нм) подвергали концентрированию с использованием вакуумного ротационного концентратора Eppendorf Concentrator plus (Eppendorf, Гамбург, Германия) при температуре 60°C. Измерение количества РМ проводили взвешиванием на полумикровесах Ohaus Pioneer PX125D (цена деления 0,01 мг) с деионизатором ION-100A (Ohaus, Парсиппани, США). Готовые образцы подвергались повторной обработке ультразвуком в течение 30 минут для устранения возможных бактериальных контаминаций клеточных культур.

Культивирование клеток и экспонирование образцами РМ

Эмбриональные диплоидные фибробласты легкого человека MRC-5 («Вектор», Новосибирск, Россия) использовались для экспонирования образцами РМ 0,1 и РМ 10. Клетки культивировались на монослое в стандартных флаконах площадью 75 см². Культуры клеток выращивались на питательной среде Игла-МЕМ (89 %) с раствором неосновных аминокислот (1 %) и эмбриональной телячьей сывороткой (10 %) («Биолот», Санкт-Петербург, Россия). В качестве антибиотика использовали пенициллин-стрептомицин («Панэко», Москва, Россия) в концентрации 25000 ЕД на 450 мл среды. Посевная концентрация составляла 175 тыс. клеток в 1 мл. Для криоконсервации культур при пассировании клеток использовалась стандартная питательная среда с добавлением DMSO до концентрации 10 %, (Applichem, Каунсил-Блафс, США). Культуры, содержащие криоконсервант, охлаждались до 0°C и помещались в холодильник при -80 °C в емкости с изопропиловым спиртом для плавного охлаждения (от 0 до -80 °C со скоростью 1 град/мин.). После этого криобирки с культурами помещались в жидкий азот.

Снятие культур проводили с помощью стандартного раствора трипсин – Версен (1:1) («Биолот», Санкт-Петербург, Россия) для дезагрегации клеток. Реакцию останавливали добавлением 15 мл свежей питательной среды. Затем клеточную культуру центрифугировали в течение 5 мин при 400 об/мин, после чего супернатант удаляли, а осадок клеток разводили небольшим объемом свежей питательной среды для подсчета количества клеток в камере Горяева с использованием красителя Трипанового синего для визуализации живых клеток.

Для проведения экспонирования клетки быстро размораживали при 37 °C и высаживали на флаконы 75 см², после 2 суток культивирования клетки снимали, и после центрифугирования (5 минут при 400 об/мин) среду заменяли на свежую. Суспензии клеток высаживали в 6-луночные планшеты в посевной концентрации из расчета 2,5 мл суспензии в лунку площадью 9 см². После этого клетки культивировали 24 ч, затем нагружали образцами РМ, после чего культивировали еще в течение 6 ч. Для экспонирования готовили суспензии РМ 0,1 и РМ 10 с концентрацией 0,25, 0,5 и 1 мг/мл с использованием стерильного 0,9% раствора NaCl. Далее среду заменяли на свежую и культивировали клетки в течение 48 часов для завершения 2 клеточных циклов. После чего клетки снимались, проводился подсчет числа клеток в каждом из образцов. Каждый эксперимент независимо повторяли 3 раза. Одновременно с образцами РМ

использовали отрицательный контроль («К-» – аналогичный объем среды), контроль разведения («К(Р)» – 0,9% раствора NaCl) и положительный контроль («К+» – наночастицы Al₂O₃ в концентрации 0,25, 0,5 и 1 мг/мл).

Микроядерный тест и оценка жизнеспособности клеток

Микроядерный тест в культуре клеток MRC-5 выполнялся согласно рекомендациям [OECD, 2016]. Для культивирования MRC-5 не использовался цитохалазиновый блок цитокинеза. Для характеристики деления клеток использовали показатель «относительного увеличения числа клеток» – *Relative Increase in Cell Count (RICC)*. *RICC* рассчитывали по формуле:

$$RICC = \frac{(\text{Рост числа клеток в экспонированной культуре (финал - старт)})}{(\text{Рост числа клеток в контрольной (К-) культуре (финал - старт)})} \times 100$$

Показатель цитотоксичности/цитостазиса рассчитывался: 100 %-RICC.

На основе расчета показателя *RICC* для экспонирования культур были выбраны концентрации 0,25, 0,5 и 1 мг/мл.

Для приготовления препаратов МЯ использовались 2*10⁴ клеток, полученных после снятия экспонированных/контрольных культур. Клеточные суспензии фиксировали в холодном фиксаторе Кларка (метанол/уксусная кислота 3:1). Суспензии раскапывали на холодные обезжиренные стекла и высушивали. Препараты окрашивали при 4 °С в течение 1 ч флуоресцентным красителем 4',6-диамидино-2-фенилиндолом (DAPI, 0,5 мкг/мл, рН 5,0) (АВСАМ, Кембридж, Соединенное Королевство) и промывали дистиллированной водой [Alati, Eckl, Jirtle, 1989]. Высушенные на воздухе препараты затем покрывали покровным стеклом и микроскопировали на флуоресцентном микроскопе Альтами ЛЮМ 1 (Альтами, Санкт-Петербург, Россия) при увеличении X1000.

Клетки с микроядрами учитывались вне зависимости от количества микроядер, также учитывались состояния типа: «мост», «протрузия» и «апоптоз/некроз». Для каждой из 3 независимых культур просмотрено 2000 клеток. Для статистического анализа были рассчитаны средние, стандартная ошибка и 95 % доверительные интервалы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выделение образцов РМ последовательным фильтрованием и концентрированием на ротационном вакуумном концентраторе позволило получить образцы РМ 0,1 (размеры частиц менее 0,1 мкм) и РМ 10 (размеры частиц от 0,1 мкм до 10 мкм). Масса полученных образцов составила от 27 до 43 мг. Использование микровесов с ценой деления 10 мкг в сочетании с деионизатором образцов позволило снизить погрешность взвешивания до 0,5 %. Образцы РМ 2,5 также выделялись с использованием фильтров с диаметром пор 3 мкм, но общая масса образцов РМ 2,5 составляла 3-4 % суммарной массы фракций РМ 0,1 и РМ 10. Это не позволило выделить РМ 2,5 отдельно в количестве, достаточном для экспонирования клеток. В дальнейшем частицы РМ 2,5 были добавлены к фракции РМ 10. Фракция РМ 10,

используемая в дальнейшем для экспонирования клеток, включала частицы 0,1-10 мкм.

Оценка жизнеспособности клеток, проведена с образцами РМ в концентрации 2 мг/мл, 1 мг/мл, 0,5 мг/мл и 0,25 мг/мл для образцов «Точка 1» и «Точка 2», а также контроля. Полученные в трех повторах данные (средние величины для 2 точек) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средние показатели пролиферативной активности (RICC) и выживаемости клеток MRC-5, экспонированных образцами РМ.

Концентрация РМ	RICC			Выживаемость клеток, %		
	РМ 0,1	РМ 10	К+	РМ 0,1	РМ 10	К+
0,25 мг/мл	52	63	39	88	81	49
0,5 мг/мл	48	57	20	83	83	38
1 мг/мл	33	46	14	85	77	40
2 мг/мл	8	17	5	57	23	27

Клетки, экспонированные РМ в концентрации 1 мг/мл, показали среднюю выживаемость 85 % и 77 %, в то же время экспонирование образцами в концентрации 2 мг/мл приводило к резкому снижению пролиферативных свойств и выживаемости клеток. Для использованного положительного контроля показатели нагрузки 2 мг/мл оказались летальны для ряда проб. Учитывая, что РМ в концентрации 1 мг/мл не приводило более чем к 50 % снижению выживаемости ни в одной из проб, в дальнейшем для экспонирования образцов MRC-5 применялись концентрации 1 мг/мл, 0,5 мг/мл и 0,25 мг/мл.

Экспонирование образцами РМ, проведенное в трех повторах, выявило значительное повышение показателей микроядерного теста в сравнении с отрицательным контролем и контролем разведения. Фракция наночастиц РМ 0,1 показала высокую токсичность уже в концентрации 0,25 мг/мл, при этом токсичность увеличилась на 25-30 % в концентрации 1 мг/мл в обоих образцах. Фракция микрочастиц РМ 10 характеризовалась меньшим уровнем генотоксичности, увеличение концентрации до 1 мг/мл приводило к двукратному увеличению частоты МЯ. Показатели частоты МЯ, протрузий, мостов и некрозов/апоптозов для образцов, экспонированных РМ в концентрации 0,25, 0,5 и 1 мг/мл, представлены в табл. 2. Частоты протрузий и мостов для фракции РМ 10 в обоих случаях были меньше в сравнении с РМ 0,1, подобно тенденции частоты МЯ. При концентрации РМ 0,5 и 1 мг/мл частота мостов и протрузий в образцах «Точки 2» превышали показатели «Точки 1». В то же время частота клеток в состоянии некроза/апоптоза практически не различалась (за исключением образца 0,5 мг/мл), между образцами РМ точки 1 и 2 также не наблюдалось различий. РМ 0,1-образцы, собранные на обоих объектах («Точка 1» – Разрез, «Точка 2» – ГРЭС), показали большую токсичность, особенно в малых концентрациях, в сравнении с более крупными частицами РМ 10. Возможно, это связано с увеличением количества объектов

более мелкой фракции и их суммарной площади поверхности при одинаковых массовых концентрациях в растворе (табл. 2).

Таблица 2

Частота МЯ в культурах MRC-5, экспонированных РМ 0,1 и РМ 10

Показатель	Точка 1 (0,1 РМ)	Точка 1 (10 РМ)	Точка 2 (0,1 РМ)	Точка 2 (10 РМ)	К+	К(Р)	К-
0,25 мг/мл							
Количество микроядер, ‰	71 [48-93]	33 [23-43]	65 [2-128]	10 [3-17]	95 [0-190]	30 [4-56]	28 [11-45]
Протрузии, ‰	37 [14-61]	19 [6-32]	43 [4-82]	6 [0-12]	58 [4-112]	10 [2-18]	18 [8-28]
Мосты, ‰	13 [2-34]	5 [1-9]	11 [0-22]	2 [0-4]	32 [3-61]	7 [2-12]	2 [0-4]
Апоптоз и некроз, ‰	14 [10-18]	21 [16-26]	20 [7-33]	14 [2-26]	28 [6-50]	13 [1-25]	11 [7-15]
0,5 мг/мл							
Количество микроядер, ‰	84 [60-108]	30 [14-46]	91 [78-104]	15 [6-24]	134 [98-170]	25 [17-33]	28 [11-45]
Протрузии, ‰	30 [2-58]	16 [7-25]	66 [35-97]	15 [8-22]	106 [95-117]	13 [6-20]	18 [8-28]
Мосты, ‰	21 [5-37]	3 [0-6]	33 [23-43]	7 [3-11]	21 [17-25]	2 [1-3]	2 [0-4]
Апоптоз и некроз, ‰	14 [10-18]	17 [11-23]	25 [12-38]	8 [3-13]	34 [26-42]	16 [11-21]	11 [7-15]
1 мг/мл							
Количество микроядер, ‰	90 [64-116]	73 [64-82]	102 [78-126]	37 [24-50]	230 [148-312]	25 [17-33]	28 [11-45]
Протрузии, ‰	25 [11-39]	13 [6-20]	66 [48-84]	15 [11-19]	120 [56-184]	35 [23-47]	18 [8-28]
Мосты, ‰	24 [12-36]	2 [0-4]	48 [34-62]	16 [8-24]	15 [8-22]	4 [1-7]	2 [0-4]
Апоптоз и некроз, ‰	25 [18-32]	20 [12-28]	31 [24-38]	25 [13-37]	25 [16-34]	28 [21-35]	11 [7-15]

Примечание: Приведено среднее значение и 95% доверительный интервал. «К+» – наночастицы Al₂O₃, «К-» – отрицательный контроль, «К(Р)» – контроль разведения, 0,9% раствор NaCl. «Точка 1» – разрез, «Точка 2» – ГРЭС.

Частицы угля, а также их комплексы с различными неорганическими и органическими компонентами, являются сильными источниками кислородных радикальных частиц – главного фактора повреждения клеток, в том числе наблюдаемых генотоксических эффектов [Zerbi и др., 2017]. Масса частиц вполне надежно коррелирует с общей продукцией окислительной активности, но в то же время может значительно меняться в зависимости от содержания ионов металлов и ПАУ [Hamad и др., 2016]. В некоторых случаях, если точно известен фракционный состав, интенсивность экспозиции РМ выражается в суммарной поверхности частиц (м²/мл) [Kendall, Brown, Trought, 2004].

Токсичность РМ, собранных на обоих объектах, была сопоставима для нанодисперсии РМ 0,1; возможно, влияние состава частиц вторично в сравнении с

высоким окислительным потенциалом нанообъектов. В то же время РМ 10, собранные вблизи разреза, показали в 2-3 раза более высокие значения генотоксичности. Показатели частоты протрузий и мостов в большинстве случаев коррелировали с суммарной частотой микроядер. Показатели частоты некроза/апоптоза мало зависели от фракционного состава и изменения концентрации объектов (табл. 2).

Воздействие РМ размерами 2,5-10 мкм исследовано недостаточно, лишь отдельные работы включали выделение фракции и оценку генотоксического и канцерогенного потенциала. Существуют предположения о механизмах генотоксического действия РМ 2,5-10 за счет создания дополнительного окислительного потенциала и переноса растворимых компонентов, например, ионов металлов. Микрочастицы показывают сравнительно низкие показатели повреждения ДНК [Jalava и др., 2015; Wessels и др., 2010], в ряде случаев фракция 2,5-10 мкм показывала равные или более высокие значения токсичности в сравнении с РМ 2,5 [Mirowsky и др., 2015].

Исследования фракции РМ 2,5 в большинстве исследований показывали более высокий уровень токсичности в сравнении с крупными частицами. Экспонирование клеток РМ 2,5 сопровождалось увеличением уровня ДНК-аддуктов [Li и др., 2014], разрывов ДНК [Chu и др., 2015; DeMarini, 2013]. Отмечено также увеличение частоты микроядер [Lemos и др., 2016; Oh и др., 2011].

РМ 0,1 рассматривается как потенциально опасный фактор, но в настоящее время недостаточно данных для заявления о канцерогенности этого компонента. РМ 0,1 показывали более высокий уровень генерации кислородных окислительных частиц [Gordon, T. и др., 2013]. Отмечено повышение уровня 8-оксо-2'-дезоксигуанозина в моче при экспонировании РМ 0,1 [Liu и др., 2015]. Лишь в отдельных работах сделаны попытки разделения пылевых частиц на фракции. Сравнение 12 фракций дорожной пыли показали значительное повышение токсичности РМ 0,1 в сравнении с РМ 2,5 [Kawanaka и др., 2008].

Следует отметить, что для обобщения информации приходится сравнивать РМ, полученные из разных источников, и невозможно достоверно установить различия физико-химических свойств РМ в разных экспериментах, а также влияние свойств на биологические эффекты. Во многих случаях источником РМ является дорожная пыль, часто сопровождаемая продуктами сгорания топлива. Это указывает на необходимость дальнейшего изучения важнейшего и повсеместно распространенного фактора РМ в современном мире.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-50114.

Список литературы

1. Alati T. An in Vitro Micronucleus Assay for Determining the Radiosensitivity of Hepatocytes / T. Alati, P. Eckl, R.L. Jirtle // *Radiation Research*. – 1989. – Т. 119. – № 3. – С. 562.
2. Chu M. Personal exposure to PM2.5, genetic variants and DNA damage:

A multi-center population-based study in Chinese / M. Chu [u òp.] // Toxicology Letters. 2015. –T. 235, № 3. – C. 172-178.

3. *Cui X. Different biological effects of PM_{2.5} from coal combustion, gasoline exhaust and urban ambient air relate to the PAH/metal compositions / X. Cui [u òp.] // Environmental Toxicology and Pharmacology. – 2019. – T. 69. – C. 120-128.*

4. *DeMarini D.M. Genotoxicity biomarkers associated with exposure to traffic and near-road atmospheres: a review / D.M. DeMarini // Mutagenesis. 2013. – T. 28, № 5. – C. 485-505.*

5. *Dias V.M. Using fluorescence for improvement of the quantitative analysis of micronucleus in cell culture / V.M. Dias, R. Manelli-Oliveira, G.M. Machado-Santelli // Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. – 2005. – T. 565, № 2. – C. 173-179.*

6. *Dominici F. Protecting Human Health From Air Pollution: Shifting From a Single-pollutant to a Multipollutant Approach / F. Dominici [u òp.] // Epidemiology. – 2010. – T. 21, № 2. – C. 187-194.*

7. *Donaldson K. Role of inflammation in cardiopulmonary health effects of PM / K. Donaldson [u òp.] // Toxicology and Applied Pharmacology. – 2005. – T. 207, № 2. – C. 483-488.*

8. *Espitia-Pérez L. Cytogenetic instability in populations with residential proximity to open-pit coal mine in Northern Colombia in relation to PM₁₀ and PM_{2.5} levels / Espitia-Pérez L. [u òp.] // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2018. – T. 148. – C. 453-466.*

9. *Gautam S. Particulate matter pollution in opencast coal mining areas: a threat to human health and environment / S. Gautam [u òp.] // International Journal of Mining, Reclamation and Environment. – 2018. – T. 32, № 2. – C. 75-92.*

10. *Gordon T. Study 2. In vitro and in vivo toxicity of exposure to coarse, fine, and ultrafine PM from five airsheds / T. Gordon [u òp.] // National Particle Component Toxicity (NPACT) initiative: 2013. Вып. Boston, MA: Health Effects Institute. – C. 55-93.*

11. *Hamad S.H. ROS production and gene expression in alveolar macrophages exposed to PM_{2.5} from Baghdad, Iraq: Seasonal trends and impact of chemical composition / S.H. Hamad [u òp.] // Science of The Total Environment. – 2016. – T. 543. – C. 739-745.*

12. *Jalava P.I. Day and night variation in chemical composition and toxicological responses of size segregated urban air PM samples in a high air pollution situation / P.I. Jalava [u òp.] // Atmospheric Environment. – 2015. – T. 120. – C. 427-437.*

13. *Kaonga B. Investigation into presence of atmospheric particulate matter in Marikana, mining area in Rustenburg Town, South Africa / B. Kaonga, N.A. Kgabi // Environ Monit Assess. – 2011. – T. 178, № 1-4. – C. 213-220.*

14. *Kawanaka Y. Contribution of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons to the mutagenicity of ultrafine particles in the roadside atmosphere / Y. Kawanaka [u òp.] // Atmospheric Environment. – 2008. – T. 42, № 32. – C. 7423-7428.*

15. *Kendall M. Molecular Adsorption at Particle Surfaces: A PM Toxicity*

Mediation Mechanism / M. Kendall, L. Brown, K. Trought // *Inhalation Toxicology*. – 2004. – T. 16. № sup1. – C. 99-105.

16. Lemos A.T. Genotoxicity biomarkers for airborne particulate matter (PM_{2.5}) in an area under petrochemical influence / A.T. Lemos [u òp.] // *Chemosphere*. – 2016. – T. 159. – C. 610-618.

17. Li P. Association Between Individual PM_{2.5} Exposure and DNA Damage in Traffic Policemen: / P. Li [u òp.] // *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. – 2014. – T. 56, № 10. – C. e98–e101.

18. Liu L. Effects of Ambient Coarse, Fine, and Ultrafine Particles and Their Biological Constituents on Systemic Biomarkers: A Controlled Human Exposure Study / L. Liu [u òp.] // *Environmental Health Perspectives*. – 2015. – T. 123, № 6. – C. 534-540.

19. Matzenbacher C.A. Anthropogenic Effects on Natural Mammalian Populations: Correlation Between Telomere Length and Coal Exposure / C.A. Matzenbacher [u òp.] // *Sci Rep*. – 2019. – T. 9, № 1. – C. 6325.

20. Mirowsky J.E. In vitro and in vivo toxicity of urban and rural particulate matter from California / J.E. Mirowsky [u òp.] // *Atmospheric Environment*. – 2015. – T. 103. – C. 256-262.

21. OECD. Test No. 487: In Vitro Mammalian Cell Micronucleus Test.: OECD, 2016.

22. Oh S.M. Organic extracts of urban air pollution particulate matter (PM_{2.5})-induced genotoxicity and oxidative stress in human lung bronchial epithelial cells (BEAS-2B cells) / S.M. Oh [u òp.] // *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. – 2011. – T. 723, № 2. – C. 142-151.

23. Saikia J. Atmospheric aerosols around three different types of coal-based industries: Emission parameters, cytotoxicity assay, and principal component analysis / J. Saikia [u òp.] // *Journal of Aerosol Science*. – 2018. – T. 126. – C. 21-32.

24. Silva J. da. DNA damage induced by occupational and environmental exposure to miscellaneous chemicals // *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*. – 2016. – T. 770. – C. 170-182.

25. Sunder Raman R. Characterization of fine aerosol and its inorganic components at two rural locations in New York State / Sunder Raman R., P.K. Hopke, T.M. Holsen // *Environ Monit Assess*. – 2008. – T. 144, № 1-3. – C. 351-366.

26. Wessels A. Oxidant Generation and Toxicity of Size-Fractionated Ambient Particles in Human Lung Epithelial Cells / A. Wessels [u òp.] // *Environ. Sci. Technol*. – 2010. – T. 44, № 9. – C. 3539-3545.

27. Zerbi G. Graphite particles induce ROS formation in cell free systems and human cells / G. Zerbi [u òp.] // *Nanoscale*. – 2017. – T. 9, № 36. – C. 13640-13650.

28. U.S. EPA. Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter (Final Report, Dec 2019). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-19/188, 2019.

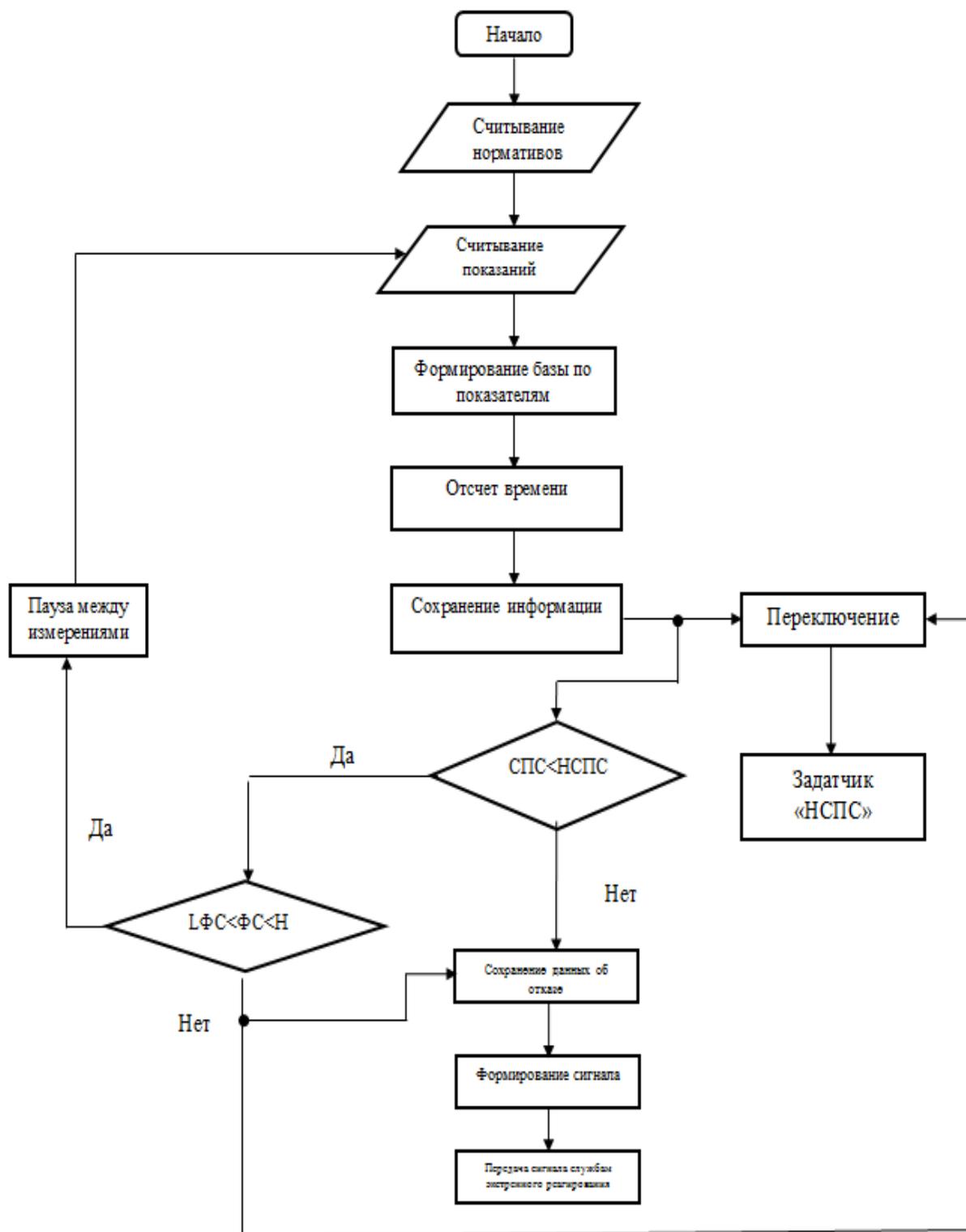
АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ИХ МОНИТОРИНГЕ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье описывается алгоритм оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени. Этот алгоритм реализует метод, который используется при реализации интеллектуальной системы мониторинга комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени, которая дает возможность в любых временных рамках проанализировать фактический уровень вредного фактора на рабочем месте, а также комплексно оценивать состояние вредных факторов на рабочих местах.

Алгоритм оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени позволит обеспечить своевременный контроль интенсивности вредных воздействий на работника, во время рабочего процесса, с учетом персонального отклика организма каждого сотрудника на определенный вид деятельности или влияние различных факторов, что позволит снизить общий уровень опасности, изображен на рисунке [1].

Алгоритм работы. Первым действием после начала работы идет считывание нормативов и считывание показаний датчиков. Далее проходит формирование базы по показаниям датчиков, запускается отсчет времени, далее происходит сохранение данных. Сохраненная информация проходит через переключатель на задатчик предельных значений вредных и опасных факторов (Задатчик «НСПС»). Кроме этого сохраненные данные поступают на блок сравнения, где сравниваются с нормативами (СПС < НСПС), если это условие выполняется, то сигнал идет дальше, на блок сравнения функциональных показателей организма (ЛФС<ФС<НФС), в случае не совпадения условий идет сохранение данных о превышении, формируется сигнал и данные передаются в службы экстренного реагирования; В блоке сравнения функциональных показателей организма если условие выполняется, то после паузы, алгоритм повторяется, в случае не исполнения условия происходит следующее: идет сохранение данных о превышении, формируется сигнал и данные передаются в службы экстренного реагирования, а так же идет сигнал на переключатель, где данные задатчика меняются с заранее заложенных нормативов, на данные с датчиков во время превышения [2-3].



Блок-схема алгоритма оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени

Разработанный алгоритм соответствует предложенной методике в следующей части: персональное устройство мониторинга будет реагировать на изменение условий труда и воздействие факторов рабочей зоны в соответствии с верхними значениями безопасных условий труда, установленных санитарными нормами, так же у работника должны постоянно измеряться основные

физиологические показатели здоровья: частота пульса работника, температура тела, кожная проводимость, положение тела работника [4]. Как и в случае с факторами условий труда, в соответствии с методом происходит реагирование на негативное изменение функционального состояния человека. В случае негативного изменения физиологических показателей организма, но при этом сохранения низких показателей вредных и опасных факторов рабочей зоны, отправляется сигнал о снижении верхних границ вредных воздействий, причем верхняя граница устанавливается таким образом, чтобы быть ниже значения, при котором произошло превышение функциональных показателей человека. Постоянное сохранение данных с датчиков, а также данных о превышениях показателей, позволяют сформировать полную картину влияния на здоровье вредных факторов, а также отклика организма, на отдельные виды воздействий.

Список литературы

1. Измеров Н.Ф. *Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль* / Н.Ф. Измеров, Г.А. Суворов. – М.: Медицина. – 2003. – 560 с.

2. Жученко И.П. *Влияние микроклимата, тяжести труда и тепловой устойчивости организма на допустимую длительность работы человека* / И.П. Жученко // Медицина труда и пром. экология. – 1993. – №3-4. – С. 17-18.

3. Панарин В.М. *Дистанционный контроль параметров микроклимата рабочей зоны с коррекцией по температуре* // В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, Л.В. Кашинцева // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2018. – Вып.3. – С.61-73.

4. Панарин В.М. *Разработка интеллектуальной системы персонального мониторинга здоровья работников* / В.М. Панарин, А.А. Маслова, Л.В. Кашинцева, К.В. Гришаков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2018. – Вып.4.

МЕТОД ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ИХ МОНИТОРИНГЕ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье описывается метод оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени. Данный метод используется при реализации интеллектуальной системы мониторинга комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени, которая дает возможность в любых временных рамках проанализировать фактический уровень вредного фактора на рабочем месте, а также комплексно оценивать состояние вредных факторов на рабочих местах.

В процессе идентификации в соответствии с настоящим методом выявляются и описываются имеющиеся на рабочем месте факторы производственной среды и трудового процесса, источники вредных и опасных факторов. Вторым этапом является принятие решения о проведении исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных факторов.

Выявление на рабочем месте факторов производственной среды и трудового процесса, источников вредных и (или) опасных факторов осуществляется путем изучения представляемых работодателем:

- технической (эксплуатационной) документации на производственное оборудование (машины, механизмы, инструменты и приспособления), используемое работником на рабочем месте;
- технологической документации, характеристик технологического процесса;
- исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных факторов;
- предложений работников по осуществлению на их рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов (при наличии таких предложений).

Выявление на рабочем месте факторов производственной среды и трудового процесса, источников вредных и (или) опасных факторов может также проводиться путем обследования рабочего места путем осмотра и ознакомления с работами, фактически выполняемыми работником в режиме штатной работы, а также путем опроса работника и (или) его непосредственных руководителей.

Все вредные и (или) опасные факторы, которые идентифицированы на рабочем месте, подлежат исследованиям (испытаниям) и измерениям.

Исходя из выявленных потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов, создается Smart-каска с уникальным для каждого рабочего места набором датчиков, ведущая непрерывный анализ установленных факторов. Так же вне зависимости от установленных факторов каждая Smart-каска оснащена средствами диагностики физиологических функций организма человека, а именно датчик пульса, температуры тела и кожной проводимости. Данные с датчиков подвергаются первичному анализу локально, ресурсами самой каски. В случае превышения, отправляя сигнал самому работнику, а также экстренно оповещая специальные службы.

На сервере в свою очередь создается карта здоровья для каждого человека по отдельности. Таким образом, все записываемые данные с датчиков остаются строго персонализированы.

Принципиально метод делится на три основных этапа.

1. Реализация метода в режиме реагирования на заранее заложенные пределы значений условно опасных факторов.

2. Реализация метода в режиме корректировки пределов в соответствии с полученными данными.

3. Реализация метода в режиме реагирования на пределы сформированные в соответствии с уникальными особенностями организма каждого отдельного человека.

Реализация метода в режиме реагирования на заранее заложенные пределы значений условно опасных факторов

Начальный режим работы подразумевает, что персональное устройство мониторинга будет реагировать на изменение условий труда и воздействие факторов рабочей зоны в соответствии с верхними значениями безопасных условий труда, установленных санитарными нормами.

Параллельно с этим, у работника должны постоянно измеряться основные физиологические показатели здоровья: частота пульса работника, температура тела, кожная проводимость, положение тела работника. Как и в случае с факторами условий труда, в соответствии с методом происходит реагирование на негативное изменение функционального состояния человека.

Все данные, подвержены первичному анализу Smart-каска, так же они передаются на сервер. На сервере ведется карта здоровья человека, где собирается вся информации о времени и величине тех или иных воздействий на организм, состояние организма и динамика реакции организма на один или группу вредных факторов.

Во время второго этапа работы происходит наиболее активная форма обратной связи сервера и Smart-каска, а именно: уделяется повышенное внимание физиологическим показателям. В случае негативного изменения физиологических показателей организма, сервер посылает сигнал на Smart-каска о снижении верхних границ вредных воздействий, причем верхняя граница устанавливается таким образом, чтобы быть ниже значения, при котором произошло нарушение условия.

Сниженные искусственно верхние границы вредных условий труда становятся стандартом для данного человека. Так же, мониторинг физиологических показателей организма подвергается наиболее тщательному контролю.

Границы верхних показателей условий труда снижаются для всех факторов, тогда как очевидно негативное воздействие на организм человека оказывает один или конкретная группа факторов, таким образом, для исключения ошибочного занижения факторов включается следующий механизм: каждый раз, когда Smart-каска отправляет сигнал о превышении воздействия вредных и опасных факторов, устройство начинает сравнивать физиологические параметры в момент превышения по фактору на данный момент и физиологические параметры на момент установки новых верхних порогов. В случае, если физиологические параметры в норме, то верхний предел для данного вредного и опасного фактора следует вернуть к исходным значениям, если же физиологические параметры достигают значения установленных верхних пределов, в таком случае заданную границу следует оставить без изменений.

Метод работы системы в основном режиме. Данный режим работы позволит проконтролировать интенсивность вредных воздействий на работника, во время рабочего процесса, изучить персональный отклик организма каждого сотрудника на определенный вид деятельности или влияние различных факторов, снизить общий уровень опасности.

В соответствии с методом: первая группа датчиков собирает весь предусмотренный спектр данных состояния окружающей среды. В то же время вторая группа датчиков отслеживает наиболее важные показатели физиологического состояния человека. Считанная информация без какой-либо предварительной обработки постоянно загружается на локальное запоминающее устройство в Smart-каске. Вся полученная информация отправляется по двум каналам на два различных устройства обработки данных. Локальное устройство обработки данных проводит первичный анализ полученной информации, а именно сравнивает текущие данные с заданными верхними значениями, причем различается два основных вида верхних параметров (вредные и опасные). В случае превышения заданных значений вредных параметров, в первую очередь передается оповещающий сигнал самому сотруднику, в случае же выхода параметров показания датчиков за предел опасных значений, к звуковому сигналу сотруднику, добавляется передача экстренного сигнала спасательным службам и ближайшим сотрудникам. Второе устройство обработки данных расположено удаленно и является более мощным. Задачей этого устройства является более глубокая обработка полученных данных, учитывающая не только превышения по основным параметрам, но и эффекты накопительного и корреляционного воздействия на организм. В случае незначительного превышения по приведенным параметрам устройство отмечает отслеженный фактор, как вредный и сохраняет текущую функцию в памяти для дальнейшего оперативного к ней обращения. Устройство передачи данных обеспечивает непрерывный обмен информацией между первичным запоминающим устройством, внутренним устройством обработки данных и внешними устройствами. Удаленное устройство обработки данных после глубокого изучения информации сохраняет все в удаленных базах данных. Так же удаленное устройство обработки данных связано быстрым доступом с сигнализатором экстренных служб, а также имеет пользовательский интерфейс, позволяющий просматривать историю процессов и вносить корректировки в основной алгоритм и программу работы системы в целом и каждого устройства в частности. Базы данных системы сохраняют полученную информацию с момента первого запуска устройства и позволяют обратиться к ним, как устройству обработки данных в автоматическом режиме, так и пользователю, через специализированный закрытый интерфейс, образуя карту здоровья.

В текущем режиме работы системы основной метод и функция состоят в том, что внешние датчики считывают информацию о воздействии вредных и опасных производственных факторов, сравнивая ее с новыми заданными значениями вредных воздействий.

Помимо этого, продолжается мониторинг основных физиологических показателей организма. До тех пор, пока физиологические показатели в норме, система работает автономно, не изменяя заданных границ, в случае выхода физиологических показателей за пределы нормы, система переходит в режим работы в соответствии со вторым пунктом настоящей методики, повторяя цикл до установления постоянных границ.

Список литературы

1. Борисова А.В. Теоретические аспекты выбора технических средств для проведения контроля и мониторинга вредных и опасных производственных факторов / А.В. Борисова, В.А. Финоченко // Вестник РГУПС. – 2014. – №4(56). – С. 24-30.

2. Панарин В.М. Система автоматизированного контроля температуры и загазованности для дистанционного мониторинга / В.М. Панарин, А.А. Маслова, Н.А. Рыбка, К.В. Гришаков, Д.А. Селезнева // Экология и промышленность России, 2018. – Т. 22, № 11. – С. 14-18. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-11-14-18.

3. Панарин В.М. Дистанционный контроль параметров микроклимата рабочей зоны с коррекцией по температуре // В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, Л.В. Кашинцева // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2018. – Вып.3. – С.61-73.

4. Панарин В.М. Разработка интеллектуальной системы персонального мониторинга здоровья работников/ В.М. Панарин, А.А. Маслова, Л.В. Кашинцева, К.В. Гришаков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2018. – Вып.4.

АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

М.С. Ивлиева, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. Рассмотрены вопросы, касающиеся процессов изменения радиационной обстановки на территории Тульской области за период 2017-2020 гг.

Выявлены связи между интенсивностью выпадений суммарной бета-активностью радионуклидов и погодными условиями. Рассмотрена модель процесса выноса радионуклидов из почв. Показана значимость исследования радиоактивной обстановки на территории Тульской области как зоны с повышенными показателями активностей вследствие последствий на ЧАЭС.

Ключевые слова: радиационное загрязнение, мониторинг, суммарная объемная активность бета-излучающих радионуклидов, ветровой режим.

За время, прошедшее после аварии на ЧАЭС, радиационная ситуация на территории России заметно улучшилась. Об этом свидетельствуют оперативные ежедневные данные аэрозолей и выпадений, поступающие в систему радиационно-гигиенического мониторинга ФГБУ «НПО «Тайфун». В 1261 пункте наблюдений путём непрерывного отбора проб аэрозолей воздухофильтрующими установками на фильтр ФПП-15-1,5, с экспозицией 1-5 суток с помощью тонкоплёночного сцинтиляционного детектора или торцевого гейгеровского счетчика определяется суммарная бета-активность [1]. Для мониторинга выбран именно этот показатель, так как он наиболее легко контролируемый, характеризует интегральное состояние радиационной обстановки, обладает высокой чувствительностью к малейшим изменениям

радиационной обстановки. Суммарная бета-активность отражает сумму объёмной активности всех долгоживущих бета-излучающих радионуклидов в атмосферном воздухе [3].

Несмотря на складывающуюся благоприятную обстановку, в современных условиях усиления антропогенных нагрузок необходимость ведения постоянного радиационно-гигиенического мониторинга на территории субъектов Российской Федерации, а также на территории крупных населенных пунктов, остаётся очевидной.

Тульская область, в результате выпадения радиоактивных осадков после аварии на ЧАЭС, попала в зону загрязнения цезием-137, у которого период полураспада составляет 30 лет [2]. Вследствие чего интерес к загрязнению радиоактивными веществами значительно вырос.

Так как в результате радиоактивного распада, концентрация радионуклидов в почве меняется, то соответственно и площадь загрязнения земель со временем сокращается. В связи с этим Министерством РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий периодически утверждается порядок организации работы по подготовке предложений по пересмотру границ зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на ЧАЭС и пересматривается перечень пунктов, находящийся в них. Последний пересмотр был от 21.07.2015 г. согласно Приказу №380. После этого было издано Постановление Правительства РФ от 08.10.2015 г. №1074 «об утверждении перечня населённых пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», согласно которому исключен 91 населённый пункт Тульской области.

На территории Тульской области мониторинг суммарной бета-активности радионуклидов проводится на АМСГ Тула – авиационной метеорологической станции гражданской, расположенной на аэродроме Клоково, координаты которой 54.2 с.ш., 37.6 в.д.

В соответствии со статистическими данными, опубликованными на сайте Единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории РФ, был выполнен анализ результатов многолетних наблюдений за величиной суммарной объёмной бета-активности атмосферного воздуха на территории Тульской области за 2017-2020 гг. На основании этого имеем ряд данных, представленный в Таблице №1.

Таблица 1

Выпадения суммы бета-активных радионуклидов АМСГ Тула, 54.2 с.ш., 37.6 в.д.

Пункт контроля				Выпадения Бк/м ² *сут.
Название	Широта	Долгота	Дата отбора	
2020				
Тула АМСГ	54.2	37.2	август	0,7
			июнь	0,8
			май	0,8

Продолжение таблицы				
			март	0,8
			февраль	0,8
			январь	0,7
2019				
Тула АМСГ	54.2	37.2	ноябрь	1,0
			октябрь	0,7
			сентябрь	0,6
			август	0,6
			июль	0,5
			июнь	0,5
			май	0,6
			апрель	0,8
			март	0,9
			февраль	1,1
			январь	0,7
2018				
Тула АМСГ	54.2	37.2	декабрь	0,4
			ноябрь	0,7
			октябрь	0,9
			Август	0,6
			июль	0,7
			май	0,9
			апрель	0,9
			март	0,7
			февраль	1,4
			январь	0,6
2017				
Тула АМСГ	54.2	37.2	декабрь	1,1
			ноябрь	0,4
			октябрь	0,5
			сентябрь	0,7
			август	0,4
			июль	0,9
			июнь	0,8
			май	0,4
			апрель	0,4
			март	0,4
			февраль	0,4
			январь	0,4

По временному ряду, выявлено, что среднегодовые значения суммарной объемной бета-активности атмосферного воздуха на территории Тульской области находятся в пределах от 0,6 до 0,8 Бк/м²*сут., достигая в отдельные периоды по данным разовых измерений максимальных значений 1,4 Бк/м²*сут. и минимальных 0,4 Бк/м²*сут. Наглядное представление кривой изменений показана на диаграмме (Рисунок №1).

Средневзвешенная суммарная бета-активность составляет 0,7 Бк/м²*сут. Наименьшее среднемесячное значение наблюдалось в декабре 2018 г.,

наибольшее – в феврале 2018 г. Среднемесячное значение суммарной бета-активности атмосферных выпадений в среднем по территории увеличилось за 4 года, линия тренда имеет восходящий характер.

Основными источниками поступления бета-излучающих радионуклидов техногенного происхождения в атмосферу обусловлено ветровым подъемом радиоактивных веществ с поверхности почв, загрязненных в результате глобальных выпадений. Установлено, что чем выше удельная активность природных радионуклидов в почвах, а также строительных материалах, которые использованы для возведения зданий, отсыпки дорог и благоустройства территории населенных пунктов, тем большим будет вклад ветрового подъема природных радионуклидов в величину суммарной объемной бета-активности атмосферного воздуха. Однако, как текущие, так и среднегодовые значения суммарной объемной бета-активности атмосферного воздуха зависят от большого числа факторов: климатических условий на территории, сезона года, силы и направления ветра, типа почв и содержания природных радионуклидов в них, интенсивности выбросов предприятий тепло- и электроэнергетики и др.

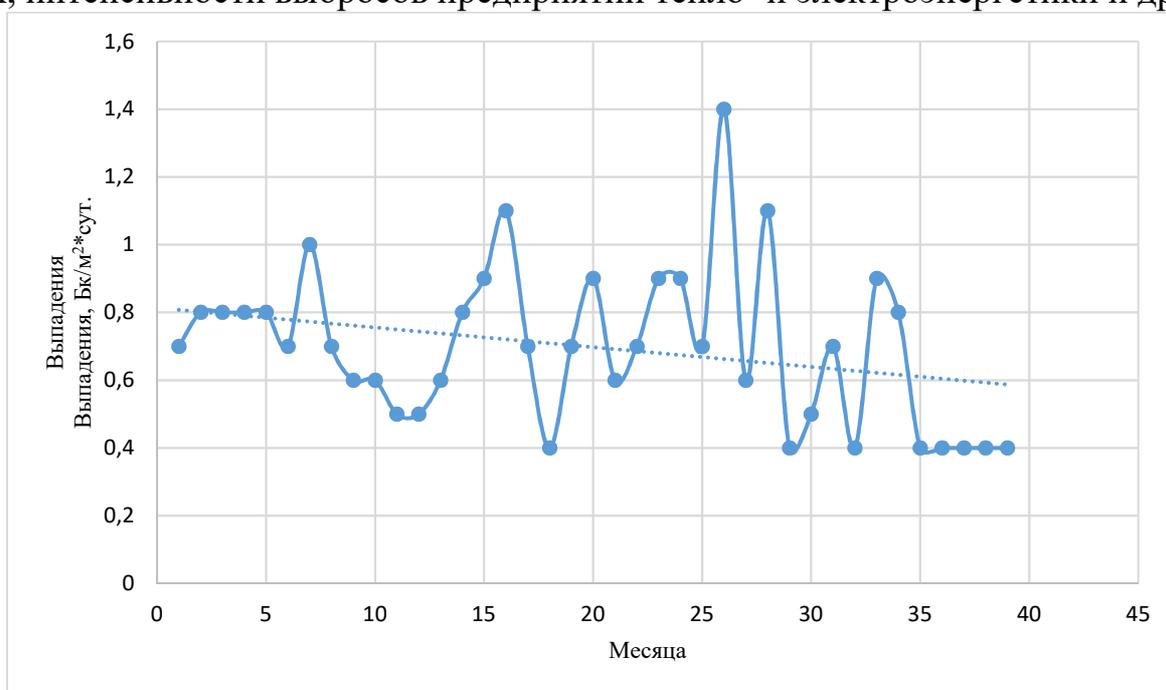


Рис. 1. Выпадения суммы бета-активных радионуклидов за 2017-2020 гг.

Из этого следует, что величина суммарной объемной бета-активности атмосферного воздуха на территории Тульской области за последние годы определяется ветровым выносом природных радионуклидов с поверхности почв, грунтов, дорог. Вторичное загрязнение атмосферы токсичной пылью, осевшей на подстилающую поверхность и вновь поднятой ветром в воздух, есть всегда, но особенно оно заметно при сильных загрязнениях и способствующих метеорологических условиях. Интенсивность сальтации радиоактивных частиц зависит от скорости ветра на высоте 2,1 м. и подстилающей поверхности. Исходя из среднегодовых скоростей ветра за 2017-2020 гг., приведённых в таблице №2, можно наблюдать корреляцию в изменении выпадения суммарной бета-активности радионуклидов.

Кроме того, на территории Тульской области отсутствуют крупные предприятия, использующие радиоактивные вещества, так что за последние годы суммарная объемная бета-активность должна целиком определяться ветровым выносом природных радионуклидов с поверхности почв, грунтов, дорог.

Таблица 2
Среднегодовая скорость ветра за 2017-2020 гг.

Года	2017	2018	2019	2020
Среднегодовая скорость ветра м/с.	2,4	2,3	2,7	2,5

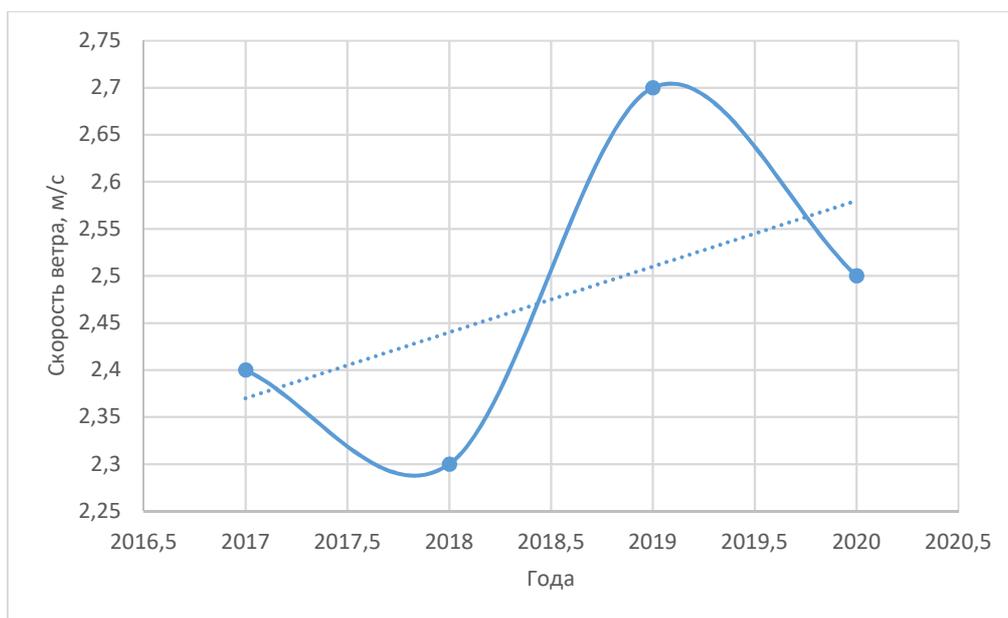


Рис. 2. Изменения скорости ветра на территории Тульской области за 2017-2020 гг.

Линия тренда также имеет восходящую тенденцию к 2020 году, что также свидетельствует о том, что повышение выпадений объемной бета-активности связано с усилением выноса из-за повешения скоростей ветров.

Почвенно-растительный покров является первым звеном, из которого радионуклиды, поступившие на земную поверхность, включаются в цепочки накопления и пространственно-временное перераспределение [4]. Дальнейшая опасность заключается в том, что поднятая ветром с земли радиоактивная пыль проникает в органы дыхания, загрязняет водоёмы и растительность, в том числе сельскохозяйственные культуры, в результате чего радионуклиды по пищевым цепочкам попадают в организм человека. Кроме того, летом при выраженной ветровой эрозии почвы или зимой при метелевом переносе радиоактивного снега возможно смещение границ радиоактивной загрязненной зоны, а также вторичное загрязнение.

Отсюда следует, что проведение радиационно-гигиенического контроля является необходимым методом при решении проблемы изучения аккумуляции и распределения радионуклидов.

Список литературы

2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2018 году: ежегодник под редакцией Шершако В.М., Булгаков В.Г., Крышев И.И., Вакуловский С.М., Каткова М.Н., Крышев А.И.: Обнинск, 2019 г.
3. Сайт «ЭкоРодинки» http://www.ecorodinki.ru/tulskaya_oblast/ekologiya
4. Стамат И.П. Суммарная объемная бета-активность атмосферного воздуха как интегральный критерий оценки выбросов в атмосферу природных и техногенных радионуклидов. Радиационная гигиена / И.П. Стамат. – Спб, 2018. – Т.8, №4. – С.74-82.
5. Финк А.Д. Радиологическое состояние почвенного покрова как важнейший критерий оценки загрязнения окружающей среды / А.Д. Финк, М.Р. Шаяхметов: ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»: Омск: Изд-во «Федеральный научный центр гигиены им Ф.Ф. Эрисмана, 2018. – С.113-116.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ РМ 2.5. И ПОДВЕРЖЕННОСТЬ ЗАРАЖЕНИЮ ВИРУСУ SARS - COV- 2

М.С. Ивлиева, А.В. Волков
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. Рассмотрены вопросы, касающиеся взаимосвязи распространения твердых частиц РМ 2.5 и распространение инфекции вируса SARS-COV-2.

Выявлена связь между интенсивностью распространения твердых частиц РМ 2.5 и количеством заболеваемости людей. Рассмотрены процессы воздействия частиц РМ 2.5. и вируса SARS-COV-2 на человека, выявлено основное сходство симптомов. Показана значимость исследования в настоящее время в связи со всплеском растущей заболеваемости, также как и с пиком развития антропогенной деятельности.

Ключевые слова: твердые частицы РМ 2.5, вирус SARS-COV-2, распределение, корреляция, симптомы.

В эпоху пандемии нельзя не затронуть тему взаимосвязи экологии и распространения нового вида вируса под названием SARS -CoV-2, который объял всю планету. Проблема общепланетарного масштаба затронула почти каждого. Многие задумываются о первопричине вируса и его пагубных последствиях. Ученые уже проводят исследования о связи коронавируса с изменением окружающей среды. Так, американские эксперты обнаружили, что чем выше в воздухе крошечных частиц под кодом РМ 2.5, тем выше смертность от коронавируса.

РМ 2.5 – воздушный загрязнитель, состоящий из твердых микрочастиц, связанных мельчайшими капельками жидкостей, размеров от 10 нм до 2.5 мкм. Твёрдые частицы поступают в атмосферный воздух городов, в основном в результате выбросов предприятий теплоэнергетики и автотранспорта [1].

По своему происхождению подразделяются на первичные и вторичные. Первичные представляют собой мельчайшие частицы сажи, минеральных солей, соединения тяжелых металлов, аллергены. Вторичные образуются в атмосфере. При выбросе в воздух, оксиды азота и серы, контактируют с водой, образуя кислоты, в результате которых получаются нитриты и сульфаты. Они несут большую угрозу, так как могут появляться достаточно часто в следствии погодных условий, в основном повышения влажности воздуха в городе.

На количественное распределение пыли в атмосфере влияет время пребывания частиц в атмосфере и их распространение по земной поверхности. В свою очередь это плотность, скорость распространения ветров, высота поднятия. Закономерность распределения выражается в следующем: крупные частицы оседают в течение часа или суток и переносятся на сотни километров, а маленькие частицы в значительно меньшей степени подвержены действию атмосферных осадков, и время их пребывания в нижних слоях атмосферы достигает 10-20 суток.

Частицы РМ 2.5. влекут за собой огромную опасность для организма человека. Они возбуждают рецепторы, находящиеся в дыхательных путях и вызывают кашель, першение и жжение в груди, что может привести к разрушению альвеолярно-капиллярной мембраны, нарушению газообмена легких, а также замедляют размножение клеток легочного эпителия.

Твердые частицы пыли могут вызвать у людей аллергию, которая проявляется различными симптомами: воспалительные процессы, усиление секреции слизистых оболочек, отеки. Аллергия вызывается только тогда, когда происходит соприкосновение с объектом при этом в реакции антиген-антитело организм вырабатывает специфическое антитело против чужеродного вещества. При повторном контакте образуется специфический комплекс антиген-антитело, так называется лаброциты в крови, назначение которых состоит в высвобождении медиаторов, которые в свою очередь способствуют протеканию аллергических реакций [2].

Вирус SARS -CoV-2 по своей структуре схож с воздействием РМ 2.5 на человека. Патогенез новой инфекции изучен пока недостаточно вследствие новизны, но ключевым фактором вирулентности проникновение в мембрану клетки в произвольные места, копируя себя десятки тысяч раз. Поражает легкие, печень, желудочно-кишечный тракт, мозг [3].

Так прослеживается взаимосвязь между воздействием частицами РМ 2.5 и вирусом SARS -CoV-2 в организме человека. Размер делает частицы РМ 2.5 опасными, давая им возможность глубоко проникать в ткани легких и наносить ущерб организму.

Таким образом, если в районах очагов распространения в атмосфере загрязнителя РМ 2.5 присутствует короновирус, то последствия для организма человека усугубляются в многократном количестве. Тяжелее проходит респираторный синдром, повышает вероятность летального исхода. [3]

Из последних новостей можем услышать, как специалисты университета Италии пытались выяснить, почему вирус распространяется гораздо быстрее на

севере Италии, чем в других областях. Проведя анализ данных, они установили, что твердые частицы пыли в воздухе несут на своей поверхности вирус, а на севере Италии их гораздо больше. В данном районе сосредоточены основные кластеры производственной деятельности, в том числе предприятия теплоэнергетики. Основные агломерации также сосредоточены в этом районе, что свидетельствует о развитии транспортной инфраструктуры в большей мере, чем в южной, где в основном одни морские курорты.

Таким образом, прослеживается взаимосвязь между районами пиковой заболеваемости короновируса и превышений концентрации загрязнителя РМ 2.5 ввиду присутствия крупных выбросов от промышленных предприятий теплоэнергетики или автомобильного транспорта. Корреляция между этими процессами заключается в том, что высокая концентрация пылеватых частиц в атмосфере увеличивает подверженность болезням.

В заключении хотелось бы отметить то, что снижение уровней загрязнения воздуха может привести к значительному снижению показателей общей смертности, что очень важно для демографической ситуации в мире. Поэтому значимость твердых частиц РМ 2.5 в атмосфере можно оценивать как важный показатель здоровья населения.

Список литературы

1. Чомаева М.Н. *Промышленная пыль и здоровье человека* / М.Н. Чомаева // *Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире*. – 2016. – С. 37-42.

2. Федорова Е. *Пыль и её влияние на здоровье человека* / Е. Федорова // *Актуальные социально-экономические и правовые проблемы развития России в современном информационном пространстве*. – 2016. – С 195-197.

3. Ильченко Л.Ю., Никитин И.Г., Федоров И.Г. *Covid-19 и поражение печени* // *Архивъ внутренней медицины*. 2020 г. №10. с.188-197.

4. Шеметова Е.Г. *Актуальные аспекты обеспечения безопасности человека при короновирусе* / Е.Г. Шеметова, Д.Д. Шахова // *Молодежь и наука: шаг к успеху*. – 2020. – С. 209-212.

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

С.А. Гнатюк

Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье рассмотрены основные способы переработки вторичного сырья, актуальные на сегодняшний день.

В настоящее время существуют следующие пути полезного использования вторичного сырья: сжигание с целью получения энергии, термическое разложение (пиролиз, деструкция, разложение до исходных мономеров и др.), брикетирование, повторное использование, вторичная переработка.

Сжигание отходов в мусоросжигательных печах не является рентабельным способом утилизации, поскольку предполагает предварительную сортировку мусора. При сжигании происходит безвозвратная потеря ценного химического сырья и загрязнение окружающей среды вредными веществами дымовых газов.

Значительное место в утилизации вторичного полимерного сырья уделяется термическому разложению как способу преобразования ВПС в низкомолекулярные соединения. Важное место среди них принадлежит пиролизу. Пиролиз – это термическое разложение органических веществ с целью получения полезных продуктов. При более низких температурах (до 600 °С) образуются в основном жидкие продукты, а выше 600 °С – газообразные, вплоть до технического углерода [1].

Брикетирование – сравнительно новый метод в решении проблемы их удаления. Брикеты, широко применяющиеся уже в течение многих лет в промышленности и сельском хозяйстве, представляют собой одну из простейших и наиболее экономичных форм упаковки. Уплотнение, присущее этому процессу, способствует уменьшению занимаемого объема, и как следствие, приводит к экономии при хранении и транспортировке. Преимущественно в промышленности и сельском хозяйстве брикетирование используют для прессования и упаковки однородных материалов, например: хлопка, сена, бумажного сырья и тряпья. Существенным плюсом метода брикетирования является способ уменьшения количества мусора, подлежащего брикетированию, путем предварительной (до 50 %) отсортировки твердых бытовых отходов. Отсортировываются полезные фракции, вторичное сырье (бумага, картон, текстиль, стеклобой, металл черный и цветной). Тем самым в народное хозяйство поступают дополнительные ресурсы.

Наиболее предпочтительными способами утилизации вторичного полимерного сырья с экономической и экологической точек зрения представляется повторное использование и вторичная переработка в новые виды материалов и изделий.

Повторное применение предполагает возвращение в производственный цикл использованной упаковки после ее сбора и соответствующей обработки (мойки, сушки и др. операций), а также получения разрешения санитарных органов на ее повторное применение при непосредственном контакте с пищевыми продуктами. Этот путь пригоден, главным образом, для бутылочной тары из ПЭТФ [2].

Любые отходы можно рассматривать в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР), поскольку они могут быть использованы в хозяйственных целях, либо частично (т.е. в качестве добавки), либо полностью замещая традиционные виды материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, причем главной особенностью таких ресурсов является их постоянная воспроизводимость в процессе материального производства, оказания услуг и конечного потребления.

Так, традиционные виды вторичного сырья – лом и отходы металлов, высококачественные отходы полимеров, текстиля, макулатуры легко поддаются

сбору и переработке. Напротив, сложные многокомпонентные отходы, а также загрязненные отходы практически не перерабатываются. К последним относятся смешанные и загрязненные нефтепродукты, изношенные шины, отходы упаковки из ламинированной бумаги, осадки и шламы очистных сооружений и т.п.

В качестве вторичного сырья отходы наиболее полно используются в металлургии, целлюлозно-бумажной промышленности, при производстве строительных материалов. Некоторые виды продукции изготавливаются полностью или почти целиком из вторичного сырья, это некоторые виды бумаги и картона, изделия широкого хозяйственного потребления из полиэтилена (ящики, ведра, поливочные шланги, пленка и т.д.).

Считается, что переработка вторичного сырья является наиболее эффективным способом, так как он является не только экологически чистым, но и ресурсосберегающим. Вторично перерабатывать можно не только полиэтилен. Так вторично можно использовать стекло, металлолом и те же пищевые отходы. Вторичная переработка отходов получила широкое распространение во многих странах мира. Этим путем смешанные отходы из полимерных материалов могут перерабатываться в изделия различного назначения (строительные панели, декоративные материалы и т.п.). В основе вторичной переработки отходов, например, в Германии лежит «Дуальная система», включающая сортировку и переработку отдельных видов вторичного сырья на предприятиях-производителях материалов и упаковки из них [3,5].

В ряде европейских стран проблема утилизации использованных пластмассовых упаковок неразрывно связана с налаживанием четкой службы их сбора, сортировки и разделения смешанных отходов, поскольку эти операции являются самыми трудоемкими.

Переработке отходов в Японии уделяется особое внимание. Территория страны слишком мала, чтобы использовать ее под мусорные полигоны. Поэтому на сегодняшний день в Японии подвергается вторичной переработке около 45 % всех отходов, сжиганию – 37 %, а вывоз мусора на полигон и последующее его хранение занимает всего лишь 18 %. Власти постоянно стремятся свести последний показатель к нулю. Здесь перерабатывается все, что можно переработать.

Все, что может нанести вред экологии: вывоз мусора, его утилизация или хранение строго контролируется государством. За незаконный вывоз мусора налагается огромный штраф. А на всех предприятиях переработки вторсырья установлены датчики по контролю за предельно допустимой концентрацией вредных веществ. Информация с этих датчиков постоянно поступает в государственные органы надзора за экологией.

Система всеобщей ответственности за организацию сбора и переработки отходов должна обеспечиваться за счет покрытия убытков от организации сбора и переработки «нерентабельных» отходов потребления с помощью механизмов государственного регулирования предпринимательской и природоохранной деятельности.

Список литературы

1. Прудков Е.Н. Экологическая оценка строительных материалов, содержащих промышленные отходы: учеб. пособие / Е.Н. Прудков; ТулГУ. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. – 110с.: табл. – Библиогр. в конце кн. – ISBN 978-5-7679-1157-8: 96,00.
2. Гаев А.Я. Экологические основы строительного производства: учеб. пособие / А.Я. Гаев [и др.]. – Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1990. – 179с.: ил. – Библиогр. в конце кн. – 0.35.
3. Князева В.П. Экология. Основы реставрации: учеб. пособие для вузов / В.П. Князева. – М.: Архитектура-С, 2005. – 400с.: ил. – Библиогр. в конце гл. – ISBN 5-9647-0045-4 /в пер./: 220.00.
4. Сугробов Н.П. Строительная экология: учеб. пособие для сред. проф. образования / Н.П. Сугробов, В.В. Фролов. – М.: Академия, 2004. – 416с.: ил. – (Среднее проф. образование). – Библиогр. в конце кн. – ISBN 5-7695-1331-4 /в пер./ : 157.00.
5. Рациональное природопользование: теория, практика, образование / Под общ. ред. проф. М.В. Слипенчука. – М.: Географический факультет МГУ, 2012.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПУТЕМ ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Д.Д. Ельтищева, Н.Н. Афанасьева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. Работа посвящена изучению различных вариантов планов по организации улучшений условий труда на предприятиях. Подразумевается повышение профессиональной грамотности в сфере охраны труда и мониторинга мероприятий по ТБ.

Планирование мероприятий по охране труда – это организационный управленческий процесс, осуществляемый с целью обеспечения прав работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда.

Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 01.03.2012 № 181н (ред. от 16.06.2014) утвержден Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению профессиональных рисков, который может быть использован организациями при подготовке и реализации соответствующих планов по охране труда (далее – план). План рекомендуется разрабатывать с учетом результатов обсуждения их на собрании трудового коллектива, выборном профсоюзном органе, комитете (комиссии) по охране труда или на другом представительном органе, уполномоченном трудовым коллективом.

Для организации разработки плана руководитель организации своим приказом назначает ответственного за это направление работы. В приказе

определяются сроки подготовки плана и ответственные за выполнение изложенных в приказе мероприятий. Планируемые мероприятия должны быть конкретными и увязаны с объемами и источниками их финансирования.

Целью плана является создание здоровых и безопасных условий труда для каждого работника, что достигается путем решения следующих задач:

- выявление причин и факторов, которые приводят или могут привести к ухудшению условий труда работников;
- выбор приоритетных направлений, позволяющих в короткие сроки с наименьшими затратами обеспечить наиболее высокий результат;
- разработка и реализация соответствующих организационных, технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, социально-экономических мер.

При разработке плана следует руководствоваться действующими федеральными, региональными и муниципальными нормативно-правовыми актами в области охраны труда, а также:

- результатами специальной оценки условий труда и государственной экспертизы условий труда;
- актами и предписаниями представителей органов государственного надзора и контроля за соблюдением требований трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- материалами расследований несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- предложениями выборного профсоюзного органа, комитета (комиссии) по охране труда, уполномоченных (доверенных лиц) по охране труда и самих работников.

Подобные планы могут содержать мероприятия, направленные на:

- обеспечение кабинетов законодательными и нормативными правовыми актами, литературой по охране труда, плакатами, макетами, видео- и аудиоаппаратурой, учебными материалами;
- обобщение и внедрение положительного опыта работы без несчастных случаев на производстве, по решению вопросов создания здоровой и безопасной обстановки на рабочих местах;
- оснащение аптечками с набором надлежащих медикаментов, перевязочных и других материалов, мазями и пастами для защиты рук работников (рис. 1-3).

Реализация мероприятий по улучшению условий и охраны труда производится на основе эффективного использования средств, выделяемых на эти цели. Работники организаций не несут расходов на финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда.

Специалист по охране труда должен регулярно проверять состояние условий и охраны труда в подразделениях предприятия. За нарушения должностным лицам и другим ответственным работникам выписывают предписания с конкретными предложениями и требованиями по устранению выявленных нарушений. По каждому пункту предписания следует указывать конкретный срок его выполнения [4].

**ПЛАН мероприятий по реализации процедур,
направленных на достижение целей работодателя в области охраны труда в ТХТТ
(годовой)**

План-график организационно-технических мероприятий по охране труда разработан с применением национального стандарта РФ ГОСТ Р 12.0.007-2009 и разделов IX-X Трудового кодекса РФ от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ с изменениями и дополнениями.

№ п/п	Наименование мероприятий	Подразделение	Исполнитель	Сроки											
				январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1. Организационные мероприятия. Планирование, подготовка нормативно-правовых и методических материалов по ОТ, промышленной безопасности и экологии															
1	Постановка задач руководством ТХТТ	АУП	Директор												
2	Обзор информации по охране труда, промышленной безопасности и экологии по ведущим сайтам	Ответственный за организацию работы в области охраны труда		Ежемесячно											
3	Подготовка сметы расходов, направляемых на мероприятия по охране труда на текущий год	Ответственный за организацию работы в области охраны труда													
4	Создание электронной базы нормативных правовых документов по охране труда	Ответственный за организацию работы в области охраны труда		Постоянно											
3	Корректировка плана-графика организационно-технических мероприятий по ОТ, пром. безопасности и экологии	Ответственный за организацию работы в области охраны труда													
Переиздание приказов по охране труда на текущий год:		Ответственный за организацию работы в области охраны труда													
5	Об утверждении и введении в действие Плана в ТХТТ на текущий год	Ответственный за организацию работы в области охраны труда													
6	О порядке проведения обучения и инструктажей по охране труда на текущий год	Ответственный за организацию работы в области охраны труда													

Рис. 1. План реализации мероприятий по охране труда: Тольяттинский химико-технологический техникум [1]

ПЛАН мероприятий по улучшению условий и охраны труда

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение мероприятия	Срок выполнения	Требуемый объем финансовых средств	Отметка о выполнении
1	2	3	4	5
Проведение специальной оценки условий труда	Руководитель отдела охраны труда Лакутин Д.Р.	Январь - апрель 2020		
Приобретение спецодежды сотрудникам, работающим во вредных и опасных условиях труда	Руководитель отдела охраны труда Лакутин Д.Р.	Февраль 2020		
Установка новых систем кондиционирования воздуха	Руководитель отдела охраны труда Лакутин Д.Р.	Март 2020		

Рис. 2. План улучшений условий труда в ООО «Азимут», г. Сургут [2]

УТВЕРЖДЕН
приказом генерального директора
ООО «Ребус» В.В. Милюткина
от «06» декабря 2020 № 242
(в соответствии со ст. 212 ТК РФ и
приказом Минтруда от 01.03.2012 № 181н)

ПЛАН мероприятий по охране труда на 2020 год

Мероприятие	Срок проведения	Ответственные	Требуемый объем финансовых средств
1. Мероприятия по проведению необходимой работы исходя из результатов <u>спецоценки</u> условий труда			
1.1. На основании данных и рекомендаций, содержащихся в отчете о проведенной СОУТ, подготовка предложений руководству организации о необходимых организационных и кадровых решениях; корректировке планов и мероприятий СУОТ	Январь	Руководитель службы охраны труда Иванов В.С.	
1.2. Корректировка плана мероприятий по охране труда с учетом принятых руководством решений	Январь	Руководитель службы охраны труда Иванов В.С.	
2. Мероприятия по модернизации производственных процессов в целях обеспечения безопасных условий труда работников			
2.1. Установка систем сигнализации о нештатных ситуациях	По отдельному графику	Главный инженер Матвеев Г.Н. Подразделение АСУТП. ПТО Руководитель службы охраны труда Иванов В.С.	
2.2. Установка автоматизированных систем контроля за вредными и опасными факторами на производстве	По отдельному графику	Главный инженер Матвеев Г.Н. Подразделение АСУТП. ПТО Руководитель службы охраны труда Иванов В.С.	
2.3. Механизация процессов работы с сырьем.	По отдельному графику	Главный инженер Матвеев Г.Н.	

Рис.3. План мероприятий по охране труда в ООО «Ребус», г. Москва [3]

Не стоит забывать, что осведомленность общества и осознанность бизнеса в вопросах охраны труда растут: инвестиции российских компаний в производственную безопасность увеличиваются, а риск-ориентированный подход постепенно приходит на смену формализму.

Уровень безопасности в организации так же важен для работника, как зарплата, территориальное расположение и соцпакет. Современный работник при выборе работодателя учитывает его социальную активность и безопасность технологических процессов, т.е. насколько качественно выстроена система управления охраной труда.

Проведем аналогию с медициной. В охране труда, как и в медицине, важна профилактика! Та система, которая существует в охране труда сейчас, основана на реактивном подходе. Компании работают с несчастными случаями, которые уже произошли, и контролируют наличие подписей в журналах, не задумываясь о качестве проводимых инструктажей. Зачастую, они занимаются лечением симптомов, не устраняя причину и, тем более, не думая о профилактике рецидивов. Как и в медицине, такой подход позволяет устранить небольшое количество очевидных поверхностных причин несчастных случаев, но не предупредить их появление, ведь он направлен лишь на устранение последствий, а не на анализ и профилактику причин.

Чтобы действовать не реактивно, а проактивно, необходимо обладать информацией о своих сотрудниках и рабочих процессах, видеть ситуацию с разных сторон, регулярно оценивать риски, работать с руководителями и их личным примером. При формальном подходе все это невозможно.

Одна из проблем формализма заключается в том, что в организациях, особенно производственных, на травматизм часто завязаны показатели эффективности. Произошел несчастный случай – лишаешься премии. Такая система никогда не позволит эффективно предотвращать происшествия и видеть реальную картину травматизма, не говоря уже об инцидентах и микротравмах – ведь руководитель сделает все, чтобы скрыть их и получить свой бонус [5].

Таким образом, планирование работ по охране труда позволит сосредоточиться на желаемом результате, даже очень большой проект можно разбить на части, что упростит его реализацию. План – это дополнительная возможность учесть все нюансы и избежать ошибок.

Следовательно, работа по плану приближает к достижению поставленной цели, появляется возможность рассчитать время достижения поставленной цели с учетом имеющихся ресурсов и сроков. Составив план, можно распределить время и эффективно им распоряжаться. Это очень важно при выполнении срочных поручений. Увидеть картину работ, которые нужно выполнить. Сосредоточиться. Зная, что время на выполнение задания ограничено, не будет отвлечений на посторонние вещи. Ничего не упустить, и все сделать правильно.

Список литературы

1. Министерство образования и науки самарской области. План мероприятий по реализации процедур, направленных на достижение целей работодателя в области охраны труда / В.М. Рябов. – М.: ГБПОУ «Тольяттинский химико-технологический техникум, 2017. – 2 с.

2. https://docviewer.yandex.ru/view/93848499/?*=UgDSOfZ1g.
3. <https://trudtk.ru/ohrana-uslovij-truda/plan-meroprijatij-po-uluchsheniju-uslovij-i-ohrany-truda/>.
4. <https://www.glavbukh.ru/art/96852-plan-meropriyatij-po-ohrane-truda-2020>.
5. https://rostov-gorod.ru/administration/territorial_unit/railway-area/action/trudovaya-deyatelnost/kontseptsiya-vision-zero.php.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОТНИКОВ

Д.В. Гречишкина, Н.Н. Афанасьева
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** В работе приведены примеры сравнения характеристик различных средств индивидуальной защиты с целью выявления наиболее экономически выгодных предложений. Также в статье приведен ряд причин, которые подробно описывают эффективность покупки работодателями более дорогостоящей, но в то же время более высококачественной продукции по сравнению с дешевыми аналогами.*

Неблагоприятное состояние условий труда приводит к нежелательным социальным и экономическим последствиям. Социальные и экономические потери из-за высокого уровня травматизма на производстве и профессионально обусловленной заболеваемости несут семьи пострадавших, работодатели и государство в целом. Повышение безопасности труда приводит к росту уровня качества трудовой жизни, увеличивает продолжительность жизни работающего населения и, в конечном счете, приводит к улучшению как социальных, так и экономических показателей объектов экономики.

Каждый работник имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены – это право закреплено Конституцией Российской Федерации. А обязанностью работодателя, также закрепленной законом, является обеспечить работнику безопасные условия труда. Естественно, что работодатель вынужден будет нести финансовые затраты, которые направлены на исполнение данной обязанности. Таким образом, очевидно, что любой работодатель стремится уменьшить издержки по охране труда [2].

Тем не менее, на большинстве предприятий Российской Федерации существуют такие виды работ или условия труда, при которых работающий может получить травму или иное воздействие, опасное для здоровья. Еще более опасные условия для людей могут возникнуть при авариях и при ликвидации их последствий. В этих случаях для защиты человека необходимо применять средства как коллективной, так и индивидуальной защиты. Их использование должно обеспечивать максимальную безопасность, а неудобства, связанные с их применением, должны быть сведены к минимуму [1].

В свою очередь средства индивидуальной защиты активно применяются в том случае, когда безопасность работ не может быть полностью обеспечена при помощи средств коллективной защиты.

Качественные средства индивидуальной защиты – это комфортная в носке продукция из продуманных материалов, эргономичная, не только соответствующая требованиям Технического регламента, но и существенно превышающая ряд требуемых показателей [1].

Специальная обувь, специальная одежда и другие СИЗ выдаются бесплатно работникам, работающим во вредных условиях труда, а также на работах, производимых в особых температурных условиях и связанных с загрязнением по нормам, установленным типовыми отраслевыми нормативами [3].

На сегодняшнем рынке предложен огромный ассортимент СИЗ, которые отличаются между собой не только функциональными характеристиками, качеством материалов и работы, но и эргономическими свойствами.

В качестве первого примера сравним две марки респираторов: STAYER «MASTER» (11175) и ИСТОК-400 РУ-60м (таблица 1).

Таблица 1

Сравнение характеристик респираторов марок STAYER «MASTER» (11175) и ИСТОК-400 РУ-60м [5]

	STAYER «MASTER» (11175)	ИСТОК-400 РУ-60м
Стоимость	260 рублей	370 рублей
Преимущества	<ol style="list-style-type: none"> 1. Комплектация фильтрами типа А1, которые эффективно защищают органы дыхания от вредных газов и паров 2. Эргономичная форма с системой креплений обеспечивает плотное прилегание полумаски и возможность простой настройки для любого пользователя. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Идеальное прилегание полумаски обеспечивается 3D системой регулировки (включая мягкую фиксацию в подбородочной области) 2. Респиратор комплектуется картриджами с фильтрующими элементами, которые защищают органы дыхания от различных вредных веществ (газы, дым, пыль) при ПДК не более 15 3. Благодаря минимальному сопротивлению воздуха при вдохе и выдохе в респираторе можно комфортно находиться в течение нескольких часов 4. Корпуса фильтрующих блоков выполнены из ударопрочного и термостойкого ABS пластика.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что если работнику нужно находиться в респираторе в течение длительного времени, то выгоднее закупать респираторы ИСТОК-400 РУ-60м, так как у них малое сопротивление при вдохе-выдохе, а также они снабжены мягкой фиксацией, что делает их более комфортными. Также данные респираторы защищают не только от газов, но и от пыли, выполнены из ударопрочного пластика, а это значительно увеличивает срок их службы.

В качестве второго примера приведем сравнение двух марок касок: РОС 12201 и ИСТОК КАС-002/003 (таблица 2).

Таблица 2

Сравнение характеристик касок марок РОС 12201 и ИСТОК КАС-002/003 [5]

	РОС 12201	ИСТОК КАС-002/003
Стоимость	260 рублей	280 рублей
Преимущества	<p>1. Корпус выполнен из прочного полимера, что придает изделию повышенную механическую прочность.</p> <p>2. Наличие ребер жесткости и обтекаемая форма обеспечивает улучшенную защиту головы от различных падающих предметов/опасных жидкостей</p> <p>3. Подбородочный ремень обеспечивает простую и надежную фиксацию каски</p> <p>4. Увеличенное пространство под куполом каски позволяет использовать различные подшлемники, включая модели на основе ватина для сварщиков и монтажников</p>	<p>1. Модель отличается наличием храпового механизма, который позволяет более точно отрегулировать фиксацию каски на голове пользователя</p> <p>2. В качестве основного материала используется ударопрочный полимер, который обладает высокой стойкостью к сторонним воздействиям, а также может использоваться при температурах от -50 до +50 град</p> <p>3. Наличие боковых прорезей в каске обеспечивает дополнительную вентиляцию</p> <p>4. Малый вес и продуманная система фиксации позволяет работать в каске длительное время без ощущения дискомфорта</p> <p>5. Внутренний текстильный обвес обеспечивает дополнительную амортизацию и позволяет не использовать подшлемник без необходимости</p>

Учитывая данные табл. 2, можно сделать вывод, что лучше использовать каски ИСТОК КАС-002/003, так как разница в цене небольшая, а по своим свойствам и характеристикам они значительно превосходят марку РОС 12201.

Также все средства защиты должны иметь сертификат соответствия, который подтверждает их качество.

На некоторых предприятиях для минимизации затрат закупают дешевые СИЗ для их формального наличия, и это приводит к тому, что выделенные финансовые средства не используются по прямому назначению, так как купленные средства защиты не могут обеспечить тот минимум защиты в силу своих свойств. Также дешевые СИЗ имеют небольшой эксплуатационный период, следовательно, их нужно часто возобновлять, а это приводит к новым финансовым затратам предприятия.

Приведем несколько причин, почему необходимо закупать высококачественные СИЗ, спецодежду и спецобувь. Во-первых, такие СИЗ лучше защищают от профзаболеваний и травм, а также их изготавливают из современных материалов и по новым технологиям, что гарантирует более долгий срок службы. Во-вторых, производительность труда тоже зависит от удобства и

эргономичности средств защиты работников. Например, если в качестве средства защиты органов зрения являются очки, а они имеют 3-й, а не 1-ый оптический класс, рабочий не сможет работать без перерывов, так как устают глаза. Перерывы потребуются и в том случае, если работник носит неудобную каску или респиратор, в котором тяжело дышать, или наушники, давящие на уши, и т.д. Эти простои на крупном предприятии складываются в тысячи часов потерянного рабочего времени высокооплачиваемого персонала, и, соответственно, в миллионные убытки. Тем не менее, более качественные СИЗ значительно повышают имидж и капитализацию компании [4].

В то же время, покупка дорогих высокоэффективных СИЗ, которые многократно превосходят требуемый уровень защиты от конкретных опасностей производственной среды, также экономически необоснованна. Для того чтобы найти «золотую середину» и не понести лишних финансовых затрат, необходимо производить расчет расходов и их минимизацию на текущем временном периоде.

Список литературы

1. Белов С.В. *Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов* / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков [и др.]; Под общ. ред. С.В. Белова. 4-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 604 с.: ил.
2. Севастьянов Б.В. *Экономика безопасности труда: учебное пособие* / Б.В. Севастьянов, Н.В. Селюнина, В.И. Сандуляк. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2008.
3. Девисилов В.А. *Охрана труда: учебник* / В.А. Девисилов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 428 с.: ил. – (Профессиональное образование).
4. <https://lektsii.org/9-86636.html>.
5. <https://omegapost.ru/best/luchshie-sredstva-individualnoy-zashchity>.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ПЕРЕВАЛКЕ СЕРЫ В ПОРТУ

В.А. Чебышева

Донской государственной технической университет,
г. Ростов-на-Дону

Аннотация. Проведен анализ опасных производственных факторов при организации портовой деятельности ХЗАО Усть-Донецкий порт. Выделены наиболее экологически проблемные и аварийно опасные процессы, связанные с перевалкой сыпучих грузов – это пыление и пылеунос при перегрузочных операциях, возгорание при хранении на складах пожаро-взрывоопасных веществ, одним из которых является сера. Проведены расчеты вероятности возгорания серы от открытого источника огня, возможного полного ущерба. Намечены пути минимизации возможности возникновения ЧС на складах хранения серы.

В соответствии со «Стратегией развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года», одобренной Правительством РФ в 2012 году, портовая деятельность является стратегическим аспектом развития экономики государства и одним из ключевых звеньев функционирования транспортной системы. Ее активное развитие неизбежно сопровождается негативным воздействием на окружающую среду. На примере работы Усть-Донецкого порта можно выделить наиболее экологически проблемные и аварийно опасные процессы, связанные с перевалкой сыпучих грузов – это пыления и пылеунос при перегрузочных операциях, возгорание при хранении на складах пожаро-взрывоопасных веществ [1, 2]. Одним из таких веществ является сера [3].

В соответствии с Приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» среди источников опасности при перегрузочном процессе можно выделить перегружаемый груз, перегрузочное оборудование, технологический процесс, человеческий фактор и погодные условия [4].

Оценка вероятности реализации наиболее опасного сценария проведена на основании обобщенных среднестатистических данных частот отказов технологического оборудования, с учетом количества единиц оборудования, находящихся в стадии эксплуатации с использованием метода анализа «дерево событий» по РД 03-357-00 «Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта».

Наиболее опасным сценарием аварии на складе хранения серы является: возгорание серы от открытого источника огня – позднее обнаружение возгорания – возгорание соседних складов, тушение соседних складов. Согласно расчету, его вероятность составляет – $2,48 \cdot 10^{-8}$ 1/год.

Вторым наиболее вероятным сценарием аварии является возгорание серы от открытого источника огня – оперативное обнаружение возгорания, тушение пожара и его вероятность составляет – $1,8 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Возможный полный ущерб при аварии на опасном производственном объекте определяется прямыми потерями, затратами на локализацию (ликвидацию последствий) аварии, социально-экономическими потерями вследствие гибели и травматизма людей и экологическим ущербом по РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварии на опасных производственных объектах» и для наиболее опасного сценария аварии на складе хранения серы составит предположительно 310 млн. руб.

Согласно «Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утвержденной приказом МЧС РФ № 404 от 10.07.2009 г., величина потенциального пожарного риска для наиболее опасного сценария ($2,48 \cdot 10^{-8}$) соответствует зоне приемлемого риска.

Однако, для исключения (минимизации) возможности возникновения ЧС на складах хранения серы необходимо учесть рекомендации ИТС 46-2019

«Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)», ИТС 22.1 – 2016 Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения, модернизировать устаревшее технологическое оборудование [5], внедрять установки пылеподавления, применение технологии ветрозащитных стенок.

Список литературы

1. Месхи Б.Ч. *Современные проблемы безопасности* / Б.Ч. Месхи, Л.Е. Пустовая, И.В. Богданова, С.А. Хлебунов. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2011. – 137 с.

2. Пустовая Л.Е. *Методы и приборы контроля окружающей среды. экологический мониторинг* / Л.Е. Пустовая, Б.Ч. Месхи. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2008. – 218 с.

3. Yanqiu YU. *Research on explosion characteristics of sulfur dust and risk control of the explosion* / YU. Yanqiu. – *Procedia Engineering* 84, 2014. – С. 449 – 459, doi:10.1016/j.proeng.2014.10.455

4. Есипов Ю.В. *Методы расчета показателей безопасности и риска* / Ю.В. Есипов, Л.Е. Пустовая, А.И. Черемисин. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2016, – 87 с.

5. Min-Chi Wei *Applications of dust explosion hazard and disaster prevention technology* / Min-Chi Wei, Yu-Chi Cheng, Yong-Ye Lin, Wen-Kai Kuo, Chi-Min Shu – *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 68, November 2020*, – С. 104304, <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104304>.

НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАВИСИМОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ В ДОЗАТОРЕ УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ШЕРСТИ

В.В. Сигачева, В.Я. Энтин

Государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург

Аннотация. На фабриках первичной обработки шерсти (ПОШ) целесообразно использовать многокаскадный промывочный процесс в сочетании с многоциклическим оборотом шерстомойных сточных вод (ШСВ). Промывка шерсти происходит последовательно в пяти барках противоточным способом. Потребление моющих средств, их концентрация в барках, температура и активность реакции раствора определяется по степени загрязненности шерсти.

Выполнено нечеткое моделирование системы управления дозатором, основанное на базе нечеткой логики, нечеткого моделирования в MATLAB в интерактивном режиме в редакторе систем нечеткого вывода FIS, в Fuzzy Logic Toolbox, с разработкой программы для специального программируемого микроконтроллера. Система включает нечеткое управление температурой, уровнем воды и концентрацией добавок в дозаторе переменного уровня. Автоматизированная система управления включает программируемый логический контроллер, который обладает возможностью реализовывать программу нечеткого управления, записанную на языке FCL с использованием операторов нечеткой модели,

относится к так называемым робастным системам, учитывающим неопределенность ситуации и многокомпонентность входных параметров.

На фабриках первичной обработки шерсти (ПОШ) целесообразно использовать многокаскадный промывочный процесс в сочетании с многоциклическим оборотом шерстомойных сточных вод (ШСВ). Промывка шерсти происходит последовательно в пяти барках противоточным способом. Качество промывки шерсти, содержание образующихся сточных вод, затраты на их очистку до характеристик приемлемых для оборотного использования в промывке шерсти во многом определяются качеством подготовки промывочного водного раствора для барок в дозаторе. В зависимости от принятого технологического процесса промывки шерсти сточные воды могут содержать мыльно-содовые или синтетические поверхностно – активные вещества с примесями от промывки шерсти: песок, жир, шерсть, бактерии и др.

Выполнено нечеткое моделирование системы управления дозатором, основанное на базе нечеткой логики, нечеткого моделирования в MATLAB в интерактивном режиме в редакторе систем нечеткого вывода FIS, в Fuzzy Logic Toolbox, с разработкой программы для специального программируемого микроконтроллера. Система включает нечеткое управление температурой, уровнем воды и концентрацией добавок в дозаторе переменного уровня. Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели: качественная очистка шерсти от различных вредных примесей в процессе промывки шерсти, удовлетворительная работа систем управления. Потребление моющих средств, их концентрация в барках, температура и активность реакции раствора определяется по степени загрязненности шерсти.

Разработка модели нечеткого управления температурой, уровнем, концентрацией в дозаторе заключается в реализации алгоритма, обеспечивающего содержание взаимозависимых выходных параметров – управляющих воздействий на рабочие органы системы соответствующее вариациям входных параметров.

Входные параметры.

Температура воды в дозаторе колеблется в пределах 18-50 °С в зависимости от характера загрязнений и сорта шерсти. Она определяется технологом и задается постоянной для обработки партии шерсти. Подогрев осуществляется при помощи пара температурой 100 °С.

Уровень воды в дозаторе изменяется в пределах 1.0-2,0м и зависит от массы партии шерсти, которая поступает на промывку.

Концентрация моющих добавок определяется по рН водного раствора, который изменяется от 0 до 10 и зависит от характера загрязнения и сорта промываемой шерсти.

Выходные переменные – углы поворота рабочих органов изменяются от – 90 ° до 90 °.

Особенностью нечеткого моделирования является использование эвристических правил поведения системы, типа:

Если «вода горячая» (40 °С и более) и уровень «высокий» (1.9м и более) и концентрация рН «высокая» (9 и более), ТО «повернуть вентиль крана пара на тах угол вправо», «повернуть вентиль крана воды на тах угол вправо», «повернуть вентиль крана добавок на тах угол вправо»...и т.д.

Для формирования базы правил в системе нечеткого вывода выполним операцию фаззификации. Определим входные и выходные *лингвистические переменные*, которые преобразуют численные значения в нечеткие множества при использовании функций принадлежности, расширяя область действия каждой переменной. Входные лингвистические переменные: «температура воды» – Temp, «уровень воды» – Uroven и концентрация моющих добавок в воде – Конс. Выходные лингвистические переменные: Ugol Par – «угол поворота рабочего органа подачи пара», Ugol Voda – «угол поворота рабочего органа подачи воды», Ugol Dobavki – «угол поворота рабочего органа подачи добавок». изменяются от -90 ° до 90 °.

В качестве терм – множества первой входной лингвистической переменной – температуры использовать множество {«горячая», «не очень горячая», «теплая», «прохладная», «холодная»} с кусочно-линейными функциями принадлежности.

В качестве терм – множества второй входной лингвистической переменной – уровень использовать множество {«высокий», «средний», «низкий»} с кусочно-линейными функциями принадлежности.

В качестве терм – множества третьей лингвистической переменной – концентрация использовать множество {«Низкая», «Средняя», «Высокая»} с кусочно-линейными функциями принадлежности.

База правил для трех входных переменных при указанном количестве функций принадлежности будет содержать 45 правил нечетких продукций.

Процесс нечеткого вывода поведения системы управления, формирования управляющих выходных переменных выполняется по определенному алгоритму, например, Мамдани, включающему последовательность обработки входных переменных с учетом базы правил:

фаззификации, где для всех входных и выходных переменных должны быть определены конкретные значения функций принадлежности по каждому из лингвистических термов, которые используются в подусловиях базы правил системы нечеткого вывода.

Следующими этапами нечеткого вывода являются агрегирование, активизация заключений в нечетких правилах продукций.

Аккумуляция или аккумуляирование в системах нечеткого вывода представляет собой процедуру или процесс нахождения функции принадлежности для каждой из выходных лингвистических переменных множества Причина необходимости выполнения этого этапа состоит в том, что подзаключения, относящиеся к одной и той же выходной лингвистической переменной, принадлежат различным правилам системы нечеткого вывода.

Цель дефаззификации заключается в том, чтобы, используя результаты аккумуляции всех выходных лингвистических переменных, получить обычное

количественное значение каждой из выходных переменных, которое может быть использовано устройствами, применяемыми в современных системах управления, которые способны воспринимать традиционные команды в форме количественных соответствующих управляющих переменных.

Результаты моделирования представлены в виде поверхностей зависимостей выходных параметров от входных: рис.1 – угол поворота вентиля крана пара от температуры и уровня воды; рис. 2 – угол поворота вентиля крана воды от температуры и уровня воды; рис.3 зависимость угла поворота вентиля крана добавок от температуры и концентрации.

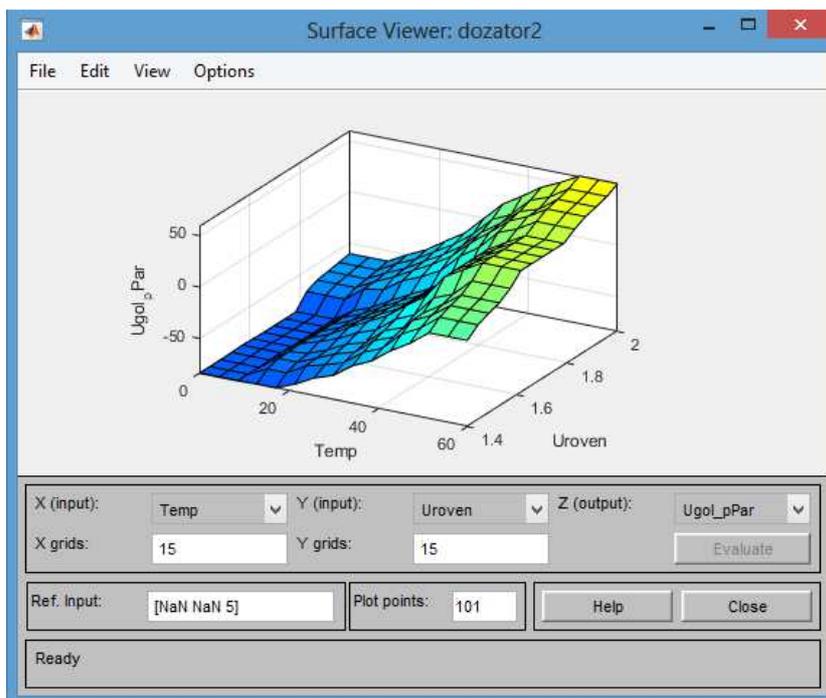


Рис. 1. Зависимость угла поворота вентиля крана пара от температуры и уровня воды

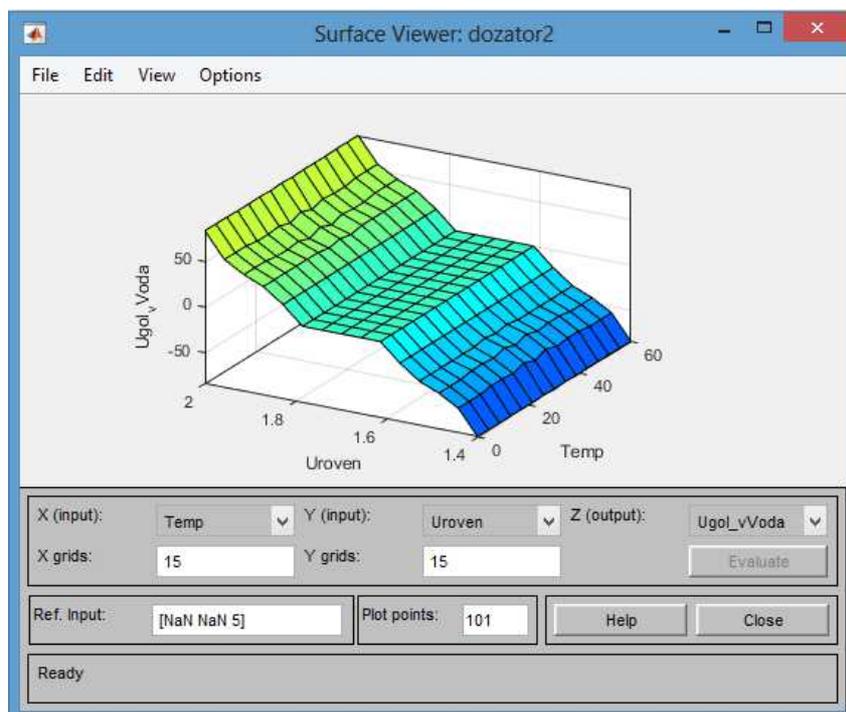


Рис. 2. Зависимость угла поворота вентиля крана воды от температуры и уровня воды

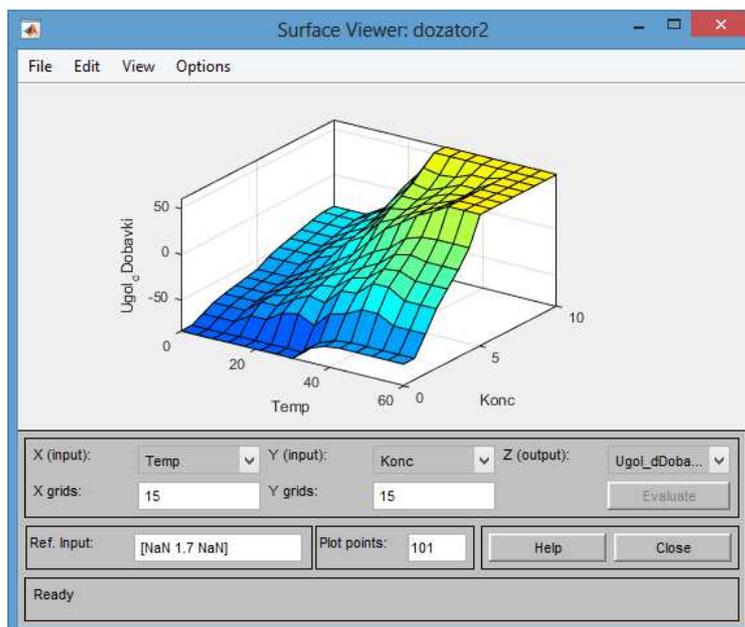


Рис. 3. Зависимость угла поворота вентиля крана добавок от температуры и концентрации

Таким образом, комплексно решена задача разработки нечеткой системы управления температурой, уровнем и концентрацией в дозаторе переменного уровня. Для этого выполнено моделирование системы управления в MATLAB fuzzyTECH, написана необходимая программа в FCL.

Список литературы

1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 352с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТРАЛЕРА И МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЗАХОРОНЕНИЙ ИСКОПАЕМОЙ МАМОНТОВОЙ КОСТИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЭКОСИСТЕМУ СЕВЕРА

Е.А. Нестерова, Н.Н. Николаева, Е.С. Петухова, М.Ю. Чепрасов
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
(ЯНЦ СО РАН),
г. Якутск

Аннотация. В данной статье рассмотрены применение метода Стралера и методов дистанционного зондирования Земли при прогнозировании захоронений ископаемой мамонтовой кости для снижения антропогенной нагрузки на экосистему Севера. Проанализированы территории Нижнеколымского, Среднеколымского и Аллаиховского районов Республики Саха (Якутия).

Ключевые слова: Шерстистый мамонт, ИМК, ГИС, ДЗЗ, гидрология, речная сеть, потоки рек, экология.

Бивни мамонта являются невозстановливающимся ископаемым ресурсом биогенного происхождения (биолиты). По экспертным оценкам более 80% ресурсов бивней мамонта в России сосредоточены на территории Республики Саха (Якутия) [1].

Ископаемая мамонтовая кость (ИМК) на территории Якутии добывается около 250 лет, являясь объектом традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера Якутии, которые в процессе исторической традиционной хозяйственной деятельности (оленоводство, коневодство, охотничий и рыбный промысел) собирали бивни мамонта для поставки их купцам и промышленникам.

Потенциал мамонтового бивня крупнейшей на Земле Северо-Якутской костеносной провинции оценивается примерно в 500 тыс. т. [2]. Тем не менее, по последним оценочным данным, ресурсы ИМК в Республике Саха (Якутия) могут достигать 970 тыс. тонн. Основные залежи ИМК располагаются в Арктической зоне Якутии: Абыйском, Аллаиховском, Анабарском, Булунском, Нижнеколымском, Верхоянском, Усть-Янском улусах (районах) и на Новосибирских островах, где концентрация ИМК наибольшая по сравнению с материковой частью.

Образование крупных местонахождений мамонтовой фауны, гибель и захоронение отдельных животных антропогенного периода происходили в период каргинского интерстадиала (25-60 тыс. лет назад), когда создавались особые условия для гибели и захоронения животных [3].

Так на севере Якутии только в XXI в. были обнаружены такие известные мировому палеонтологическому научному сообществу объекты, как Оймяконский мамонтенок (41300 лет, 2002 г.), туша Хромского мамонтенка (более 50 тыс. лет, 2008 г.), мамонт Юка (34300 лет, 2010 г.), Малоляховский мамонт (28800 лет, 2013 г.), Анабарский мамонт (28900 лет, 2013 г.), Абыйский шерстистый носорог (носорог Саша, 34000 лет, 2014 г.), детеныши пещерного льва из бассейна р. Уяндына (47000 лет, 2015 г.), Батагайский жеребенок (42170 лет, 2018 г.) и др.

Массовые скопления костей являются, как правило, результатом аккумуляции останков погибших животных под воздействием течения реки, часто в их излучинах (изгибах). На севере Якутии отмечены как минимум два крупных «кладбища» мамонтов на р. Берелех [4] и на р. Аччыгый-Аллаиха [5], формирование которых происходило вышеуказанным путем. Радиоуглеродные даты с этих «кладбищ» показали, что накопление костного материала происходило в течении нескольких сотен (110-230) на р. Аччыгый-Аллаиха и тысяч (2800-4000) лет на р. Берелех в результате одновременной гибели большого количества мамонтов (вероятно, нескольких семейных стад) при проваливании под лед или в полыньях и сноса их трупов в старицы или крутые изгибы рек.

Коммерческий интерес, устойчиво сохраняющийся в последние десятилетия к мамонтовой кости, связан с запретом добычи и поставки современной слоновой кости на мировой рынок («Международное соглашение о

запрете торговли слоновой костью», подписанное по инициативе ЮНЕСКО, 1990 г.). По экспорту ископаемой мамонтовой кости Россия занимает первое место в мире.

Поиск и добыча ИМК по действующему законодательству должно проводиться путем попутного сбора бивней, вытаявших с толщи многолетней мерзлоты в результате действия положительных температур и естественного вымывания, при отступании морских берегов моря Лаптевых и Северо-Восточного моря, на островах Новосибирского архипелага (в среднем на 4-6 м/год), в речных долинах и берегах озер из мерзлых песков, супесей, суглинков, ископаемых льдов (едомный комплекс). Часть этого материала перезахоранивается, образуя современные скопления (россыпи), а большая часть ископаемых остатков, попадая на дневную поверхность (эрозионные воздействия воды, ветра, мороза, солнца), разрушается в течение 1-2 лет и теряют свою ценность (товарный вид) безвозвратно.

Однако основной сбор ИМК ведется не с дневной поверхности, а путем вымывания их из толщи мерзлоты при помощи мотопомп высокого давления. При этом происходит значительное разрушение береговой линии и прилегающих участков в местах массового скопления ископаемых остатков представителей мамонтовой фауны, вымывание полезных компонентов почвенного покрова, нарушение солевого, водного режимов и кислотно-щелочного баланса водоемов [6]. Кроме того при использовании упомянутой техники, для работы которой за сезон расходуются тысячи литров ГСМ, неизбежно происходит загрязнение нефтепродуктами водоемов и береговой линии. Такой способ является наиболее губительным для хрупкой экосистемы Арктики.

Подобная варварская технология добычи ИМК широко используется в наиболее перспективных для сбора бивней бассейнах рек Яна, Индигирка и Колыма, где также существуют «мамонтовые кладбища».

Решением задачи минимизации негативного воздействия существующих способов добычи ИМК на экологическое состояние территорий Арктики может являться мониторинг перспективных для обнаружения искомого сырья территорий посредством анализа космических спутниковых снимков с использованием методов дистанционного зондирования Земли.

Для выявления перспективных для поиска ИМК территорий в работе использованы космоснимки GTOPO HYDRO 1K. HYDRO 1K – это географическая база данных, разработанная для обеспечения всестороннего и согласованного глобального охвата наборов топографически полученных данных, включая водотоки, водосборные бассейны и вспомогательные слои [7]. Для вычислений потоков речной системы количественного и качественного характера был использован метод Стралера. Метод заключается в численной мере сложности ветвления, где рассчитывается упорядочивание потоков – т.е. присвоения числового порядка ссылкам в потоковой сети. Этот порядок является методом идентификации и классификации типов потоков на основе количества их притоков [7].

На рис. 1-3 представлены результаты анализа территорий Нижнеколымского, Среднеколымского и Аллаиховского района, характеризующихся большими объемами добычи ИМК, с использованием метода Стралера. На приведенных картах показаны характерные для данной территории типы потоков, высота рельефа местности. Также на карты были нанесены крупные находки и массовые скопления («кладбища») остатков мамонтовой фауны.



Рис. 1. Нижнеколымский район Республики Саха (Якутия)



Рис. 2. Среднеколымский район Республики Саха (Якутия)

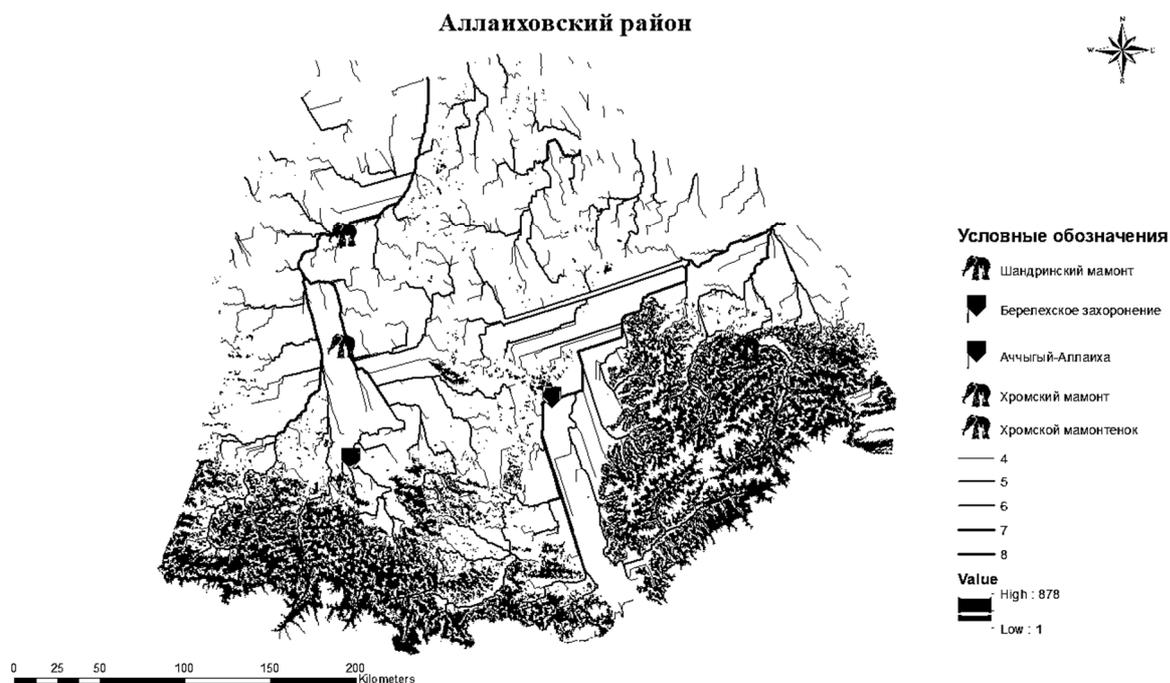


Рис. 3. Аллаиховский район Республики Саха (Якутия)

Анализ карт позволил выделить на территории Нижнеколымского района потоки 4-7 типов, в Среднеколымском районе потоки 4-9 типов и на территории Аллаиховского района потоки 4-8 типов. Сопоставляя тип потока и известные местонахождения остатков мамонтовой фауны, можно заключить, что наиболее перспективными для поиска ИМК являются территории, прилежащие к бассейнам рек, относящимся к потокам 7, 8 и 9 типа. Полученное заключение может значительно сузить объем данных необходимых для выявления перспективных для поиска ИМК территорий с использованием методов дистанционного зондирования Земли. Одной из достоверно выявленных закономерностей в распространении крупных «кладбищ» остатков животных мамонтовой фауны является накопление их остатков в так называемых «кармашках» – крутых поворотах либо изгибах рек (излучинах).

Следует отметить, что захоронение животных мамонтовой фауны происходило в конце позднего неоплейстоцена когда положения русла рек отличались от русел рек настоящего времени. Учитывая их естественное меандрирование и сопоставление с данными по изучению палеорусел древних рек исследуемого региона можно будет сузить область поиска остатков животных мамонтовой фауны и соответственно ИМК.

Таким образом, применение метода Стралера в сочетании с методами дистанционного зондирования Земли, данными по палеоруслам древних рек, а также закономерностями распространения местонахождений остатков животных мамонтовой фауны может значительно сузить области поиска ИМК, за счет прогнозирования перспективных территорий.

Статья подготовлена в рамках государственного задания № АААА-А20-120011490003-9.

Список литературы

1. Кириллин Н.Д. *Ископаемая мамонтовая кость – особый геокриогенный природный ресурс севера России: проблемы права, экономики и организация рационального природопользования* / Н.Д. Кириллин. – Якутск: Дани АлмаС, 2011. – 192 с.
2. *Концепция развития сбора, изучения, использования, переработки и реализации палеонтологических материалов мамонтовой фауны на территории Республики Саха (Якутия)* / Приложение к распоряжению Главы Республики Саха (Якутия). 2017 г.
3. Лазарев П.А. *Крупные млекопитающие антропогена Якутии* / П.А. Лазарев. – Новосибирск: Наука, 2008. – 160 с.
4. Верещагин Н.К. *Берелехское «кладбище» мамонтов* // Тр. ЗИН АН СССР, 1977. – Т. 72. – С. 5-50.
5. Nikolskiy P.A. *Prelude to the extinction: revision of the Achchagyi-Allaikha and Berelyokh mass accumulations of mammoth* / P.A. Nikolskiy, A.E. Basilyan, L.D. Sulerzhitsky, V.V. Pitulko // *Quaternary International*, 2010. – V. 219. – P. 16-25.
6. Петухова Е.С. *Добыча ископаемой мамонтовой кости: экологические проблемы и пути их решения* / Е.С. Петухова, И.И. Христофоров, М.И. Федулова, Н.В. Эверстов // *Всероссийская научно-практическая конференция «Устойчивый Север: общество, экономика, экология, политика»*. Якутск, 2019. – 128-133 с.
7. *Геологическая служба США*. URL: <https://www.usgs.gov/>

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИ ВЫБОРЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕСТАВРАЦИИ

О.С. Горчакова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. С внедрением новых строительных и отделочных материалов в практику строительства и реставрации вопрос безопасности для окружающей среды и для человека становится как никогда актуальным. Экологическая оценка безопасности строительных материалов и рациональность их выбора для вопросов строительства в настоящее время активно внедряется в практику строительства и реставрации во всем мире.

На качество жилого дома оказывает влияние в первую очередь выбор строительного материала, из которого изготовлены конструкции и отдельно помещение.

Новое строительство и реставрация, связаны с использованием разнообразных по природе строительных материалов, которые в большей или меньшей степени благоприятны для человека, а также по-разному оказывают влияние на окружающую среду: как в части разработки природных ресурсов, так и в загрязнении (выбросах) при их изготовлении (обработке) [1].

Таким образом, вышеуказанные аспекты отрицательно сказываются на здоровье людей, влияют на качество строительства. На данном основании при проектировании важно выбрать эффективные материалы не только с экономической и эстетической, но и с экологической точек зрения. Для этого необходима экологическая оценка и классификация строительных материалов согласно требованиям по защите окружающей среды.

При изготовлении материалов и изделий процесс производства материалов и изделий сопровождается следующими отрицательно влияющими на окружающую среду факторами - отходами, выбросами в окружающую среду (воду, воздух, почву), а также потреблением энергии, необходимой для технологических процессов изготовления. Повышение качества изготавливаемых строительных и отделочных материалов, с высокими прочностными характеристиками, отличающимися повышенной долговечностью в конечном итоге, приводит к снижению природных ресурсов для изготовления материалов и изделий. Снижение количества этапов обработки в процессе технологии изготовления материалов также ведет к сокращению вредных выбросов в окружающую среду.

Связанные со строительством (применением строительных материалов) потребление энергии, образование отходов, вредные выбросы, загрязнение окружающей среды, может быть минимизировано использованием качественных материалов при отказе от использования материалов с органическими растворителями и других вредных для человека материалов, выбором по долговечности строительных материалов, деталей и изделий, соответствующих сроку службы всего здания [2].

При сносе (демонтаже) здания, при образовании огромного количества отходов наблюдается загрязнение среды, а также нарушение ландшафта от свалок, сжигания, утилизации строительных отходов. К экологическим мероприятиям, по снижению влияния на окружающую среду относятся ремонт, реставрация объектов, отказ от сжигания, утилизация строительных отходов, сортировка отходов, предпочтение повторного использования без переработки.

На этапе производства строительных материалов необходимо анализировать, с какими негативными последствиями для окружающей среды предстоит столкнуться. Значительную экологическую опасность представляют собой предприятия по производству искусственных строительных материалов.

На этапе строительства важно предварительно определить срок пригодности различных материалов, строительных элементов и всего здания, а также оценить долговечность материала [3]. Высокий показатель долговечности означает, что материал долго сохраняет все свои свойства и имеет больший срок использования до ремонта или замены изделия. При экологической оценке материала на данном этапе учитывается количество отходов и возможность выброса в окружающую среду вредных веществ при производстве строительных работ.

По результатам экологической оценки нежелательными к использованию могут стать даже материалы, прошедшие гигиеническую сертификацию.

Критерием для отбраковки является наличие в их составе вредных для здоровья веществ. К этим материалам относятся древесностружечные материалы на фенолоформальдегидном связующем; материалы, в которых в качестве вяжущего применен фосфогипс, клеи и краски на органических растворителях; материалы, содержащие ПВХ.

На этапе эксплуатации экологическая нагрузка в большой мере определена выбором, сделанным на предыдущих этапах, и здесь дополнительно необходимо определить эксплуатационные затраты на уход за материалом для сохранения его свойств.

На последнем этапе жизни материала встает вопрос об оценке возможности его использования повторно без значительной дополнительной переработки. Поэтому критерием для экологической оценки материала становится возможность его реставрации, ремонтпригодность. Посредством реставрации или бережного ухода за конструкциями и материалами можно удлинить срок их пригодности. В этом случае количество строительных отходов может быть сокращено.

Проведение анализа экологической безопасности материалов на всех этапах жизни от добычи до уничтожения материала позволяет не только проследить нагрузку на окружающую среду, но и осуществить выбор наиболее экологически безопасных материалов, с учетом возможного влияния начиная с этапа разработки, до процесса утилизации.

Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. Применение экологичных строительных материалов // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: сборник научных трудов. Под общей редакцией А.Б. Копылова, И.А. Басалай. – 2019. – С. 394-398.

2. Гусев Б.В. Нормы предельно допустимых концентраций для стройматериалов жилищного строительства / Б.В. Гусев, В.М. Дементьев, И.И. Миротворцев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – №5/99.

3. Лаппо В.Г. Санитарно-гигиеническая характеристика полимерных материалов. Энциклопедия полимеров / В.Г. Лаппо, Т.В. Селаври, Э.И. Семененко. – С. 357.

4. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды / А.Г. Банников [и др.]. – М.: Колос, 1999. – 304 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ И ДВИЖЕНИЯ

А.А. Жеребятьев
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье рассмотрены основные экологические программы и движения, действующие на территории Российской Федерации.

В связи с быстрыми темпами развития науки и техники в XX-XXI веках, усилилось негативное влияние на нашу планету. Сегодня актуальной проблемой для всех людей является плохая экологическая обстановка.

Под экологической политикой мы понимаем всю совокупность мер, используемых для обеспечения долгосрочной экологической безопасности с учетом экономических возможностей и социальных потребностей общества.

Выделяют две области в сфере экологической политики:

- 1) глобальную – проведение международно-правовых, политических ограничений в социально-экономическом развитии, а также запасов стран;
- 2) государственную – социально-экономическую, построенную на понимании позитивных и негативных факторов, связанных с экологическим состоянием территории, акватории и воздушного пространства страны и имеющихся в их пределах природных ресурсов.

В настоящее время формируется еще сферы, экологической политики – территориальная (в том числе муниципальная) и локальная.

Всеобщее беспокойство о кризисном состоянии природы звучит и на различных международных форумах, на которых развивается позиция «мыслить глобально», воплощается в конкретных делах в области экологического образования – реализуется идея «действовать локально». Правительственными структурами, творческими коллективами и отдельными энтузиастами создаются программы экологического образования и воспитания детей, учащихся, студентов и взрослых, повышающих свою профессиональную квалификацию [1].

Реализация программ на практике меняет мышление людей, их взгляд на природу, на взаимодействие каждого и всего общества с ней, ведет к пониманию идеи устойчивого развития на планете.

Экологическое движение – социально-политический феномен, возникший в условиях усиления воздействия общества на природу, как результат взаимодействия всех социальных групп, заинтересованных в сохранении природы во имя будущих поколений [2]. Движение вобрало в себя коллективную обеспокоенность состоянием окружающей среды и объединило совместную деятельность по предотвращению экологических угроз отдельных индивидов, социальных групп, общественных объединений.

Цели, задачи и методы экологического движения и создания экологических организаций зависят от форм и идеологических оснований, на которых базируется конкретная организация. Научные экологические организации ставят цели научного изучения состояния окружающей среды, составление сценариев и научно обоснованных моделей будущего состояния социосистемы. Общественные организации заняты, в основном, просветительской работой, защитой населения и отдельных экосистем от произвола властей, информированием населения, организацией акций протеста. Экологические партии ставят цель вхождения в высшие органы государственной власти, продвижения своих программных заявлений в национальные проекты, лоббирование экологических интересов населения.

К задачам экологических организаций относится:

- формирование групп интересов и групп давления на социально-политические институты;
- формирование экологической политической элиты общества;
- формирование экоцентрического экологического сознания;
- охрана окружающей среды, исчезающих видов животных и растительности;
- изменение стереотипов повседневного поведения граждан, продвижение экосообразного образа жизни;
- широкое экологическое образование, просвещение и информирование населения.

Методы экологического движения:

- политическая борьба;
- митинги, акции протеста, пикеты, бойкоты;
- публикации в СМИ; – конференции, форумы, парламентские слушания;
- рейды.

Большинство экологических организаций декларируют свою аполитичность. Доминирующими направлениями являются распространение экологической информации, установление связей с другими экологическими организациями, экологический мониторинг. Менее распространенными являются такие направления, как лоббирование экологических интересов, акции протеста [3,4].

Национальный проект «Экология» – один из национальных проектов в России на период с 2019 по 2024 годы. Руководитель проекта – министр природных ресурсов и экологии Дмитрий Кобылкин. В феврале 2020 года куратором проекта назначена вице-премьер России Виктория Абрамченко.

В названии проекта термин «экология» не имеет отношения к науке экология, а употребляется в значениях близких к понятию охрана окружающей среды.

Национальный проект «Экология» нацелен на эффективное обращение с отходами производства и потребления, включая ликвидацию всех выявленных на 1 января 2018 г. несанкционированных свалок в границах городов; кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 процентов совокупного объёма выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязнённых городах; повышение качества питьевой воды для населения, в том числе для жителей населённых пунктов, не оборудованных современными системами централизованного водоснабжения; экологическое оздоровление водных объектов, включая реку Волгу, и сохранение уникальных водных систем, включая озёра Байкал и Телецкое; сохранение биологического разнообразия, в том числе посредством создания не менее 24 новых особо охраняемых природных территорий.

Основными задачами проекта являются:

- формирование комплексной системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами, включая ликвидацию свалок и рекультивацию территорий, на которых они размещены, создание условий для вторичной

переработки всех запрещённых к захоронению отходов производства и потребления;

- создание и эффективное функционирование во всех субъектах Российской Федерации системы общественного контроля, направленной на выявление и ликвидацию несанкционированных свалок;

- создание современной инфраструктуры, обеспечивающей безопасное обращение с отходами I и II классов опасности, и ликвидация наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда;

- реализация комплексных планов мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в крупных промышленных центрах, включая города Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Читту, с учётом сводных расчётов допустимого в этих городах негативного воздействия на окружающую среду;

- применение всеми объектами, оказывающими значительное негативное воздействие на окружающую среду, системы экологического регулирования, основанной на использовании наилучших доступных технологий;

- повышение качества питьевой воды посредством модернизации систем водоснабжения с использованием перспективных технологий водоподготовки, включая технологии, разработанные организациями оборонно-промышленного комплекса;

- экологическая реабилитация водных объектов, в том числе реализация проекта, направленного на сокращение в три раза доли загрязнённых сточных вод, отводимых в реку Волгу, устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса Нижней Волги и сохранение экосистемы Волго-Ахтубинской поймы;

- сохранение уникальных водных объектов, в том числе реализация проекта по сохранению озера Байкал, а также мероприятий по очистке от мусора берегов и прибрежной акватории озёр Байкал, Телецкое, Ладожское, Онежское и рек Волги, Дона, Оби, Енисея, Амура, Урала, Печоры;

- сохранение биологического разнообразия, включая увеличение площади особо охраняемых природных территорий на 5 млн гектаров, реинтродукцию редких видов животных, создание инфраструктуры для экологического туризма в национальных парках, а также сохранение лесов, в том числе на основе их воспроизводства на всех участках, вырубленных и погибших лесных насаждений.

В настоящее время нацпроект включает в себя 11 федеральных проектов «Чистая страна» (Минприроды России), «Комплексная система обращения с ТКО» (Минприроды России, Минпромторг России), «Инфраструктура для обращения с отходами 1-2 класса опасности» («Росатом»), «Чистый воздух» (Росприроднадзор), «Чистая вода» (Минстрой России), «Оздоровление Волги» (Минприроды России), «Сохранение озера Байкал» (Минприроды России), «Сохранение уникальных водных объектов» (Минприроды России), «Сохранение биологического разнообразия и развития экологического туризма»

(Минприроды России), «Сохранение лесов» (Рослесхоз), «Внедрение наилучших доступных технологий» (Минприроды России, Минпромторг России). Нацпроект будет реализован по пяти направлениям: «Отходы», «Вода», «Воздух», «Биоразнообразие», «Технологии».

Учитывая масштабность нацпроекта и целый спектр комплексных задач по его реализации, объём планируемых субсидий составит порядка 4041 млрд. рублей. Наиболее затратной частью станет «внедрение наилучших доступных технологий» (2427,3 млрд. рублей). Существенную финансовую поддержку проекту должны оказать крупнейшие предприятия страны (доля внебюджетных источников 3206,1 млрд. рублей), 701,2 млрд. рублей будет выделено из федерального бюджета, еще 133,8 – из региональных.

В 2017 году стартовала программа модернизации очистных сооружений в рамках федерального проекта «Оздоровление Волги». Первый этап включает возведение подводного перехода через Волгу и резервной линии электроснабжения станции аэрации, а также строительство сооружений биологической очистки в Волгограде, которая позволит сократить объём канализационных стоков в Волгу в три раза – с 90 миллионов до 30 миллионов кубометров. Общая стоимость реализации проекта – около 1,4 миллиарда рублей, он должен завершиться в 2022 году.

В рамках регионального проекта «Сохранение лесов» в Якутии проводятся лесовосстановительные мероприятия, площадь которых в 2020 году составила 7 000 гектаров.

Список литературы

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Изд-во Мысль, 1990.
2. Рашидов М.У. К вопросу взаимоотношения общества и природы в Чеченской Республике / М.У. Рашидов, Р.А. Гакаев // Вопросы современной науки и практики. – Тамбов: Университет им. В.И. Вернадского. – 2007. – № 3(9).
3. Яо Л.М. Социальная экология: учебное пособие / Л.М. Яо. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 280 с.
4. Марфенин Н.Н. Устойчивое развитие человечества / Н.Н. Марфенин. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – С. 9.
5. Марфенин Н.Н. Ресурсы экополитики в современной России / Н.Н. Марфенин, С.А. Фомин // Россия в окружающем мире: 2003. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2003.
6. <https://moluch.ru/archive/79/14212/>
7. https://ru.wikipedia.org/wiki/Национальный_проект_Экология

АНАЛИЗ РАСХОДОВ КОМПЕНСАЦИОННОГО ХАРАКТЕРА ЗА РАБОТУ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА

А.С. Быстрова, Н.Н. Афанасьева
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** В статье проведено исследование потерь, связанных с последствиями производственных травм и условиями труда, не соответствующими санитарно-гигиеническим нормам. Результатом работы является обоснование эффективности экономических вложений в мероприятия по охране труда.*

Безопасные условия труда представляют собой неотъемлемый элемент управления производством, который влияет не только на качество, а еще на производительность и себестоимость продукции. Это объясняется возрастанием при несоблюдении норм охраны труда расходов на выплату досрочных пенсий, доплату за вредные условия труда, предоставление дополнительного отпуска, приобретение средств индивидуальной защиты, компенсации жертвам несчастных случаев и профессиональных заболеваний, уплату штрафов, на компенсацию повышения страхового тарифа в Фонд социального страхования и потери рабочего времени.

По данным ВНИИ труда за 2018 год, потери российской экономики в связи с последствиями производственных травм и плохими условиями труда составили 1,67 трлн рублей, или 1,6 % ВВП страны [1]. Таким образом, терпят убытки предприятие и экономика в целом, включая государственные социальные структуры. С целью снижения расходов со стороны государства используются экономические стимулы и наказания в общенациональных программах по охране труда. К примеру, снижение страхового тарифа или увеличение суммы возмещения вреда работнику соответственно. Это помогает эффективно воздействовать на улучшение условий труда.

На рисунке 1 представлено распределение расходов за 2018 год.



Рис. 1. Потери экономики из-за плохих условий труда за 2018 год (млрд. руб.)
Источник: ВНИИ труда

Расходы компенсационного характера за работу неблагоприятных условиях составляют значительную часть расходов на охрану труда на производстве.

Рассмотрим начисление компенсаций для работника с окладом в 30000 руб. Пусть по результатам спецоценки было установлено, что условия труда соответствуют классу труда 3.3. Компенсации и льготы, которые положены работнику, представлены в таблице.

Гарантии и компенсации работнику, занятому во вредных условиях труда

Виды компенсаций	Основания	Пример
Повышение размера тарифной ставки (оклада) не менее 4%	ТК РФ Статья 147 «Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда»	Минимальный размер доплаты за вредные условия труда должен составлять: $30000 \times 4\% = 1200$ руб. Тем самым, работодатель в год теряет: $1200 \times 12 = 14400$ руб.
Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск не менее 7 дней	ТК РФ Статья 117 «Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда»	Минимальная сумма отпускных составит: $30000 : 29,4 \times 7 = 7143$ руб. (29,4 – среднемесячное число календарных дней)
Сокращенная продолжительность рабочего времени не более 36 часов.	ТК РФ Статья 92 «Сокращенная продолжительность рабочего времени»	Работодатель в год переплачивает: $[30000 - (30000 \times 36 : 40)] \times 12 = 36000$ руб.
Выдача молока и лечебно-профилактического питания	ТК РФ Статья 222 «Выдача молока и лечебно-профилактического питания»	На выдачу молока работодатель в год потратит минимум: $68,74 \times 0,5 \times 29,4 \times 12 = 12126$ руб. (68,74 – средняя розничная цена на литр молока в августе 2020 года (по данным Петростата) [2])
Досрочная трудовая пенсия по старости	Статья 27 Федерального закона от 17.12.2001 N 173-ФЗ (ред. от 01.10.2019) «О трудовых пенсиях в Российской Федерации»	Выплату досрочных пенсий людям, работавшим на вредных производствах, производит Пенсионный фонд России (ПФР).

Тем самым, производство расходует на компенсации для одного такого рабочего не менее 69 тысяч рублей. Без определения потерь из-за плохих условий труда предприятие функционирует под воздействием ошибочного мнения, что у него не имеется стимулов для исправления своего экономического и физического благополучия.

Однако можно выделить следующие издержки в связи с последствиями производственных травм и плохими условиями труда (рис. 2).

Как можно сократить потери предприятия? Во-первых, выявить вредные и опасные факторы, действующие на рабочих в трудовом процессе. Далее определить, какие мероприятия следует провести для снижения воздействия неблагоприятных условий труда на сотрудников и рассчитать их экономическую эффективность [3].



Рис. 2. Экономические потери при неблагоприятных условиях труда

Сравнение величины затрат на проведение мероприятий по улучшению условий труда со снижением потерь предприятия в связи с неблагоприятной производственной средой происходит за счет:

– измерения повышения коэффициента безопасности труда, учитывающего удельный вес нарушений, приходящихся на одного работающего, что дает возможность объективно оценить состояние охраны труда в каждом подразделении, а также обеспечить сравнимость этих результатов и принятие мер, в первую очередь, по ликвидации наиболее опасных ситуаций;

– анализа сокращения нерациональных потерь рабочего времени благодаря улучшению эргономики рабочего места;

– исследования снижения профессиональной заболеваемости и производственного травматизма в связи с введением или улучшением средств коллективной и индивидуальной защиты, с ремонтом или приобретением технологического оборудования;

– выявления сокращения компенсирующего отдыха за счет улучшения гигиенических и физиологических характеристик производственной среды, а также совершенствования технологии.

Таким образом, вложения в мероприятия по улучшению условий труда сокращают непроизводственные затраты, увеличивают производительность труда и фонд рабочего времени в связи с сокращением времени неявки на работу из-за травм и заболеваний, вследствие чего окупаются в кратчайшие сроки. Сопутствует этому поддержка государства в виде скидок к тарифу на социальное

страхование работников, возмещение средств на охрану труда из Фонда социального страхования РФ.

Основные преимущества, которые работодатель сможет получить путем инвестирования в охрану труда, будут заключаться в снижении выплат и компенсаций за несчастные случаи и работу в неблагоприятных условиях труда, снижении или отсутствие штрафов за нарушение требований охраны труда и тому подобное. Исходя из всего вышесказанного, в настоящее время особенно актуально уделять внимание вопросам охраны труда и безопасности производства.

Список литературы

1. Охрана трудна: из-за травм сотрудников экономика потеряла 1,67 трлн // ООО «МИЦ «Известия», 2020. URL: <https://iz.ru/932463/anna-ivushkina/okhrana-trudna-iz-za-travm-sotrudnikov-ekonomika-poteriala-167-trln> (дата обращения: 14.09.2020).

2. Средние розничные цены на молоко и молочную продукцию в Санкт-Петербурге // Комитет по труду и занятости населения Санкт-Петербурга URL: <http://ktzn.gov.spb.ru/okhrana-truda/informaciya-otdela-okhrany-truda-i-gosudarstvennoj-ekspertizy-uslovij-t/srednie-rozничные-ceny-na-moloko-i-molochную-produkциyu-v-sankt-pete/> (дата обращения: 14.09.2020).

3. Хайруллина Л.И., Гасилов В.С. Экономические механизмы мероприятий по улучшению условий труда // Фундаментальные исследования. – 2015.-№ 11-1.- С.208-212. URL: <https://www.fundamental-reseach.ru/ru/article/view?id=39313> (дата обращения: 28.11.2020).

ВИДЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА НАРУШЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТОРОНА

А.И. Чинёнова, Н.Н. Афанасьева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В данной статье рассмотрены виды ответственности за нарушение требований по охране труда, нормативные документы и экономическая сторона ответственности. Приведена статистика несчастных случаев на производстве как следствие невыполнения норм охраны труда.

В современном обществе экономика предприятий является одним из важнейших аспектов всей экономики в целом. Соблюдение необходимых требований по охране труда непосредственно связано с экономикой предприятия и обуславливается прогрессивными изменениями в уровне производственного травматизма. По оперативным данным, количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями (групповые, с тяжелым и смертельным исходом) снизилось: за 11 месяцев 2019 года произошло 4078 несчастных случаев с тяжелыми последствиями, что на 9 % ниже, чем за аналогичный период 2018 года (4479 случаев) [1].

Данная тема является актуальной и по сей день, так как сохранность жизни и здоровья в процессе трудовой деятельности является главным аспектом охраны труда, именно для этого выявляются нарушения, которые мешают в обеспечении комфортных условий труда для работников предприятий.

В России основным нормативным документом, содержащим нормы по охране труда, является Трудовой Кодекс Российской Федерации (ТК РФ). В статье 419 ТК РФ определены виды ответственности за нарушение трудового законодательства и иных нормативно-правовых актов, содержащих нормы трудового права [2].

Большая часть предприятий применяют свои внутренние организационно распорядительные документы, такими являются должностные инструкции, которые содержат должностные обязанности подчиненных в соответствии с особенностями организации производства. Именно в соответствии с ними необходимо руководствоваться при разрешении вопросов о том, кто ответственный за нарушение конкретных требований охраны труда.

Например, гальваник на своем рабочем месте обязан выполнять свои должностные обязанности именно с учетом правил и норм охраны труда при выполнении данных работ, чтобы избежать несчастного случая на производстве.

Виды существующей ответственности за нарушения требований охраны труда на предприятии – это:

- административная;
- уголовная;
- дисциплинарная;
- материальная;
- гражданско-правовая.

Рассмотрим подробнее каждый вид ответственности.

Дисциплинарная ответственность.

В статье 192 ТК РФ перечислены дисциплинарные взыскания за нарушение требований охраны труда, к ним относятся такие меры, как замечание, выговор и даже увольнение при наличии оснований, например, при установлении признака неоднократности нарушения. Также увольнение может быть применено в случае, если работник совершил однократное, но существенное нарушение, которое повлекло за собой тяжкие последствия (пп. «д» п. 6 ст. 81 ТК РФ). Применение дисциплинарного взыскания не освобождает работника, совершившего дисциплинарный проступок, от иной ответственности, предусмотренной законодательством Российской Федерации, в частности от возмещения материального ущерба организации. Кроме того, дисциплинарное взыскание может сочетаться с лишением в установленном порядке премий, вознаграждений по итогам работы за год и другими мерами, предусмотренными законодательством и коллективным договором.

Материальная ответственность.

В соответствии с главами 38 и 39 ТК РФ материальная ответственность может быть применена как к работодателю, так и к сотруднику. В соответствии

со ст. 238, 246 ТК РФ при определении ущерба, причиненного работником, учитывается следующее:

- возмещается только прямой действительный ущерб, упущенная выгода не принимается во внимание;
- должна быть установлена вина и связь проступка с возникшими последствиями;
- ущерб определяется по фактическим потерям с учетом рыночных цен.

Условие о материальной ответственности работника за нарушение правил охраны труда должно быть внесено в трудовой договор или же вносится в дополнительное соглашение между сторонами.

Административная ответственность.

В соответствии с 5.27.1 КоАП (кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях) административная ответственность за нарушение требований охраны труда распространяется на руководителей и должностных лиц, на которых возложены обязанности по их соблюдению.

К административным нарушениям относится уклонение от оформления трудового договора и повторное нарушение трудового законодательства, отсутствие проверки в области специальной оценки труда, допуск к работе сотрудников без медицинских осмотров и необходимого обучения [3].

В зависимости от нарушения требований охраны труда предполагаются различные наказания от выплаты штрафа до отстранения от работы.

К примеру, в случае нарушения законодательства об охране труда с должностных лиц и ИП взимается штраф от 2 до 5 тыс. рублей, с юридических лиц – от 50 до 80 тыс. рублей. За непроведение или неправильное проведение специальной оценки условий труда на рабочих местах предусмотрен штраф для лиц, ответственных за охрану труда, а именно, для ИП – от 5 до 10 тыс. рублей, для юридических лиц – от 60 до 80 тыс. рублей.

Уголовная ответственность.

В соответствии со статьёй 143 уголовного кодекса УК РФ в случае, если нарушение правил охраны труда привело к причинению тяжкого вреда здоровью другого человека (людей) или к смерти, наступает уголовная ответственность. Уголовная ответственность за нарушение правил охраны труда распространяется на сотрудников, на которых возложены обязанности по их соблюдению. Уголовная ответственность относится только к физическим лицам. Степень ответственности зависит от тяжести происшествия – причинение тяжкого вреда здоровью, наступление смерти 1 человека и смерть 2-х и более людей. Если был причинен тяжкий вред здоровью, ст. 143 предполагает следующие виды наказания: штраф до 400 тыс. рублей, или в размере заработной платы, или иного дохода осужденного за период до 18 месяцев; исправительные работы сроком до 2 лет; принудительные работы сроком до 1 года; лишение свободы на срок до 1 года с возможностью (не обязательно) лишения права заниматься деятельностью сроком до 1 года.

Если происходит смерть одного человека по неосторожности, то предусмотрен один из следующих видов наказания: принудительные работы

сроком до 4 лет, лишение свободы на срок до 4 лет с возможностью лишения права заниматься деятельностью сроком до 3 лет.

Если происходит смерть 2-х человек и более по неосторожности: принудительные работы сроком до 5 лет, лишение свободы на срок до 5 лет с возможностью лишения права заниматься деятельностью сроком до 3 лет.

Подводя итоги можно сказать, что вопрос соблюдения требований охраны труда является одной из главных задач любого предприятия. Обязательное соблюдение законодательства в области охраны труда обеспечит уменьшение статистики профессиональных заболеваний, несчастных случаев на производстве, приводящих к травмам и к гибели людей, что, несомненно, благотворно отразится на экономике предприятия.

Список литературы

1. [Электронный ресурс] Режим доступа - <https://mintrud.gov.ru/labour/safety/321>
2. [Электронный ресурс] Режим доступа – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683
3. Быстров В.П. Сборник нормативных документов и актов по охране труда предприятия, учреждения, учебного заведения / В.П. Быстров. – М.: Симферополь, 2001. – 320 с.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.С. Винокурова, Н.Н. Афанасьева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье проанализированы проблемы развития экологического менеджмента, препятствующие внедрению экологических стандартов в Российской Федерации. Рассмотрены преимущества внедрения систем экологического менеджмента для российских предприятий и организаций. Сделан вывод о том, что существенные положительные изменения в сфере охраны окружающей среды и ресурсосбережения возможны лишь при условии разработки и внедрения систем экологического менеджмента.

Вопросы охраны окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов актуальны и значимы в современных условиях, поскольку от них напрямую зависит благосостояние общества, развитие промышленности и состояние здоровья населения [1]. По мере того, как растет озабоченность сохранением и улучшением качества окружающей среды, организации всех типов и масштабов все большее внимание обращают на уровень влияния своей деятельности, продукции или услуг на окружающую среду. Поскольку в использовании природно-ресурсного потенциала Российской Федерации имеются серьезные недостатки, особенно острыми являются вопросы управлением окружающей природной средой.

В настоящее время природоохранные управленческие механизмы в России имеют ограниченное влияние и не получают поддержки от государства. Разработанные системы природоохранного управления функционируют в основном на уровне предприятий, и следование им является всего лишь добровольным, что отражается на качестве проводимых экологических мероприятий. Экологическая результативность организации приобретает все большее значение для внутренних и внешних заинтересованных сторон. Для достижения высокой экологической результативности организация должна обеспечивать системный подход к своей деятельности и постоянно улучшать систему экологического менеджмента.

Понятие экологического менеджмента трактуется широко. В соответствии с ISO 14001, система экологического менеджмента (СЭМ) – это часть общей системы менеджмента, включающая организационную структуру, планирование деятельности, распределение ответственности, практическую работу, а также процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, оценки достигнутых результатов реализации и совершенствования экологической политики, целей и задач [2].

Разработка и внедрение СЭМ в соответствии с международным стандартом ISO 14000 оптимизирует систему управления предприятием, поможет предупредить отрицательные воздействия на окружающую среду, добиться экономии ресурсов, направляемых на мероприятия по охране окружающей среды, снизить вероятность возникновения экологических катастроф.

Что даст СЭМ организации после ее внедрения:

- Предотвращение (минимизацию) разного рода загрязнений.
- Предоставление заинтересованным сторонам гарантии осуществления обязательства со стороны руководства в отношении экологического менеджмента, результаты которого можно продемонстрировать.
- Улучшение имиджа и позиции на рынке.
- Поддержание хороших взаимоотношений с обществом/государством.
- Усиление контроля за издержками.
- Сокращение количества инцидентов (несчастных случаев), приводящих к судебной ответственности.
- Сокращение издержек по штрафным санкциям.
- Экономии потребляемых материалов и энергии.
- Создание благоприятных условий для разработки решений в отношении экологических проблем и для обмена опытом в этой области с заинтересованными сторонами.

На пути внедрения системы экологического менеджмента возникают следующие проблемы:

1. Низкий уровень общего менеджмента на предприятиях. Система экологического менеджмента тесно связана с системой менеджмента организации в целом и должна быть ее составной частью. Международные стандарты подразумевают, что внедрение СЭМ осуществляется в определенном

организационном контексте. Предполагается, что определена миссия организации, формируется иерархия целей и задач, осуществляется систематическое планирование, разрабатываются и фиксируются процедуры. В то же время для большинства российских предприятий многие из перечисленных понятий являются новыми и непривычными. Кроме того, для российской промышленности в целом характерен низкий уровень менеджмента, что проявляется, в первую очередь, в недостаточном использовании современных подходов к планированию и анализу результативности, невнимании к мотивации персонала, формализованном подходе к его обучению.

2. Ограниченное понимание экологической деятельности предприятия и системы экологического менеджмента. В большинстве случаев экологическая (природоохранная) деятельность российских предприятий рассматривается исключительно как деятельность, осуществляемая по принципу «на конце трубы». Безусловно, внедрение и эксплуатация средозащитной техники является неотъемлемой частью экологической деятельности, однако во многих случаях превентивный подход, основанный на систематическом анализе производственного процесса как единого целого, может привести к гораздо более продуктивным решениям. Так, оптимизация существующих технологических процессов одновременно с сокращением потерь может потребовать относительно небольших затрат, что приведет в конечном счете как к снижению воздействия на окружающую среду, так и к получению экономического эффекта.

3. Недопонимание характера стандартов в области СЭМ. Определенные трудности представляет понимание самой природы добровольных стандартов и их соотношения с методами государственного регулирования. Характерным для российских условий является стремление рассматривать их как обязательные. То есть, руководители предприятий нередко рассматривают стандарты ISO серии 14000 как еще один инструмент государственного регулирования, который вот-вот будет введен в действие. Поэтому значительное внимание приходится уделять не только распространению сведений о принципах и конкретных элементах СЭМ, но и разъяснению их добровольного характера.

4. Отсутствие международного признания систем сертификации СЭМ в России. Как следует из статистики, после официальной публикации международного стандарта ИСО 14001 в РФ широко развернулись работы по сертификации/регистрации СЭМ. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии зарегистрировано несколько систем добровольной сертификации, объектом сертификации которых являются СЭМ. Одна из проблем, с которой столкнулись органы по сертификации этих систем, это признание выдаваемых ими сертификатов органами по сертификации других систем, в частности, зарубежными органами по сертификации и зарубежными потребителями [3].

И как итог можно сформулировать основную широкую проблему внедрения СЭМ на предприятиях РФ – формальный подход к построению и

поддержанию системы экологического менеджмента на предприятиях – следствие отсутствия культуры и мощной информационной базы в данной области в России.

Для наиболее эффективного внедрения СЭМ организациям рекомендуется не ограничивать деятельность в данном направлении лишь выполнением требований центрального стандарта серии ISO 14000, но и уделить внимание и направить ресурсы на изучение некоторых прочих документов из данной серии, для того чтобы как можно более результативно и качественно построить свою СЭМ.

Список литературы

1. Саркисов О.Р. Экологическое право: учеб. пособие для студ. учреждений высшего проф. образования / О.Р.Саркисов, Е.Л. Любарский. -5-е изд. Переработанное и доп. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014. – 335 с.

2. Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 14001–2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М., 2016.

3. Пушкарев Л.Ю., Петрова, Е.В. Системы экологического менеджмента в России история, развитие и перспективы: Электронный ресурс.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ АО «ТУЛАТЕПЛОСЕТЬ»

Т.В. Бордакова, Н.Н. Афанасьева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье рассмотрена основная задача предприятий при оценке экономической эффективности мероприятий по охране труда, в связи с чем разобраны основные компоненты экономического ущерба предприятия, а также приведен пример несчастного случая на теплоэнергетическом производстве.

В настоящее время оценка экономических последствий производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является актуальной социально-экономической задачей. От производственного травматизма и заболеваемости национальная экономика страны несет большой ущерб, что снижает эффективность общественного производства, отрицательно влияет на технико-экономические показатели предприятий.

Предприятия, различные учреждения и организации несут материальную ответственность за легкие, средние и тяжелые травмы, полученные рабочим или служащим в ходе выполнения своих трудовых обязанностей и произошедших по вине организации.

Основной задачей при оценке экономической эффективности мероприятий является оценка экономического ущерба от травматизма и профессиональной заболеваемости до и после внедрения мероприятий.

Экономический ущерб предприятия включает в себя четыре основных компонента:

1) ущерб предприятия:

- компенсация и проведение мероприятий вследствие гибели людей;
- материальные потери от несчастных случаев – стоимость испорченных материалов, инструментов, оборудования, их ремонта;
- затраты на обучение вновь принятых работников взамен пострадавших;
- дополнительная оплата сверхурочных работ, связанных с ликвидацией аварий и их последствий;
- прочие затраты;

2) ущерб от невыполнения работ, услуг (в случае отсутствия совместительства);

3) ущерб бюджета государственного социального страхования и пенсионного фонда:

- оплата пособий по временной нетрудоспособности;
- расходы на выплату пенсий инвалидам труда;
- расходы на санаторно-курортное лечение.

4) ущерб бюджета здравоохранения (затраты на госпитализацию и поликлиническое лечение работников, получивших травму).

Вышеперечисленные компоненты неблагоприятно влияют на экономику предприятия. Большое количество травматизма и рост профессиональных заболеваний могут привести к банкротству организации. Для того чтобы избежать различных материальных потерь, предприятию необходимо повысить уровень безопасности, что в дальнейшем обязательно скажется на сокращении числа аварий, травм и заболеваний; снижении затрат, связанных с этими явлениями; уменьшении выплат и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда; уменьшении потерь рабочего времени и текучести кадров; увеличении производительности труда. Руководителям и ведущим специалистам необходимо освоить методики определения элементов экономического механизма безопасности труда. При рыночных отношениях главными аспектами становятся экономические методы и средства управления производством.

Ежегодные расходы на охрану труда состоят из трех видов затрат: внедрение мероприятий, направленных на улучшение условий труда и повышение его безопасности; льготы и компенсации в связи с неблагоприятными условиями труда; возмещение последствий неблагоприятного воздействия условий труда на работающих.

Затраты, направленные на улучшение условий труда и повышение его безопасности на предприятиях, состоят из двух основных статей: номенклатурные мероприятия, предусмотренные соглашением по охране труда, а также приобретение специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты и предохранительных приспособлений.

На теплоэнергетических предприятиях структура затрат по основным статьям расходов на охрану труда приблизительно одинаковая и составляет около 1/3 общих затрат на каждую из следующих статей: общее улучшение

условий труда, предупреждение несчастных случаев и предупреждение заболеваемости [3].

Из указанных видов затрат на охрану труда следует, что средства, направленные на улучшение условий труда и повышение его безопасности, в настоящее время не окупают себя. В связи с этим государство расходует огромные средства на льготы, компенсации и возмещение последствий неблагоприятных условий труда. По данным НИИ труда средства, расходуемые на улучшение условий труда, в общей сумме расходов на охрану труда составляют около 25 %, а затраты на льготы, компенсации и возмещение неблагоприятных условий труда – около 75 % [1].

Рассмотрим в качестве иллюстрации пример расчета экономического ущерба от производственной травмы. Несчастный случай произошел со слесарем-ремонтником на теплотехническом оборудовании в АО «Тулатеплосеть». Вследствие чего работнику присвоена инвалидность первой группы [2].

Исходные данные для расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета экономического ущерба от производственной травмы

№ п/п	Наименование показателя	Условное обозначения	Значения показателя
1	Период нетрудоспособности из-за Производственной травмы, дни Всего В т.ч. при стойкой нетрудоспособности (госпитализация пострадавшего)	Д ^н	105
		Д ^г	48
2	Календарный фонд времени, дни	Ф _к	365
3	Эффективный фонд рабочего времени, дни	Ф _р	249
4	Средние затраты, приходящиеся на один день лечения, руб. В амбулаторных условиях В стационаре	З ^н	326
		З ^б	1824
5	Выплаты по листку нетрудоспособности, руб	С _в	65856
6	Размер доплат за совместительство, %	Е ^с	50
7	Среднедневная заработная плата, руб.	З ^д	784
8	Размер пенсий первой группы инвалидности в месяц, руб.	П ^н	6354

Рассчитаем дополнительные данные, необходимые для определения величины экономического ущерба от производственного травматизма [4]. Найдем количество дней нахождения пострадавшего в стационаре по формуле:

$$Д^б = Д^г \cdot (Ф_к / Ф_р) = 48 \cdot (365 / 249) = 70 \text{ дней.}$$

Затем определим среднюю величину затрат на обучение вновь принятого работника. Продолжительность стажировки составляет один месяц или

22 рабочих дня. За время стажировки выплачивается полная заработная плата, то есть $Z^{об} = Z^д$. Исходя из этого, средние затраты на обучение составят:

$$C_{об} = D^{об} * Z^{об} = 22 * 784 = 17248 \text{ руб.}$$

Расчет величины ущерба от производственного травматизма представлен в таблице 2.

Таблица 2
Расчет ущерба от производственного травматизма

№ п/п	Виды ущерба	Определение величины ущерба
1	Затраты на клиническое лечение	$C_r = 70 \cdot 1824 = 127680 \text{ руб.}$
2	Затраты на поликлиническое лечение	$D^{пл} = (105 - 48) \cdot 365 / 249 = 83 \text{ дня}$ $C^{пл} = 83 \cdot 326 = 27058 \text{ руб.}$
3	Ущерб бюджету здравоохранения	$Y_3 = 127680 + 27058 = 154738 \text{ руб.}$
4	Выплаты пенсий по первой группе инвалидности (К = 10)	$C_{ин} = (12 - 9) \cdot 6354 = 19062 \text{ руб}$
5	Ущерб бюджету государственного страхования	$Y_c = 65856 + 19062 = 84918 \text{ руб}$
6	Доплаты за совместительство на период отсутствия работника, получившего травму	$C_c = 105 \cdot 784 \cdot 50 \cdot (1/100) = 41160 \text{ руб}$
7	Затраты на обучение вновь принятого работник	$C_{об} = 22 \cdot 784 = 17248 \text{ руб.}$
8	Потери предприятия	$Y_{п} = 41160 + 17248 = 58408 \text{ руб.}$
9	Годовой общий ущерб от несчастного случая	$Y = 154738 + 84918 + 58408 = 298064 \text{ руб.}$

Таким образом, экономический ущерб от несчастного случая составил 298064 руб., что значительно больше, чем оплата временной нетрудоспособности по больничному листу.

Оптимизация экономического ущерба от производственного травматизма и затрат на его предотвращение позволяют обосновать величину оправданного риска и технических решений по охране труда и технике безопасности.

Список литературы

1. *Охрана труда: Сборник нормативных документов.* – М.: МЦФЭР, 2006. – 720 с.
2. *Архивные документы АО «Тулатеплосеть» по расследованию несчастных случаев и оценке экономического ущерба.*
3. *Коллективный договор предприятия АО «Тулатеплосеть».*
4. *Методические указания «Оценка экономического ущерба от производственного травматизма».*

АНАЛИЗ ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ

П.Г. Алексеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** В статье описывается опыт проведения анализа накопленных данных на объектах газораспределения оснащенных системой телеметрии с контролем параметров пунктов редуцирования природного газа.*

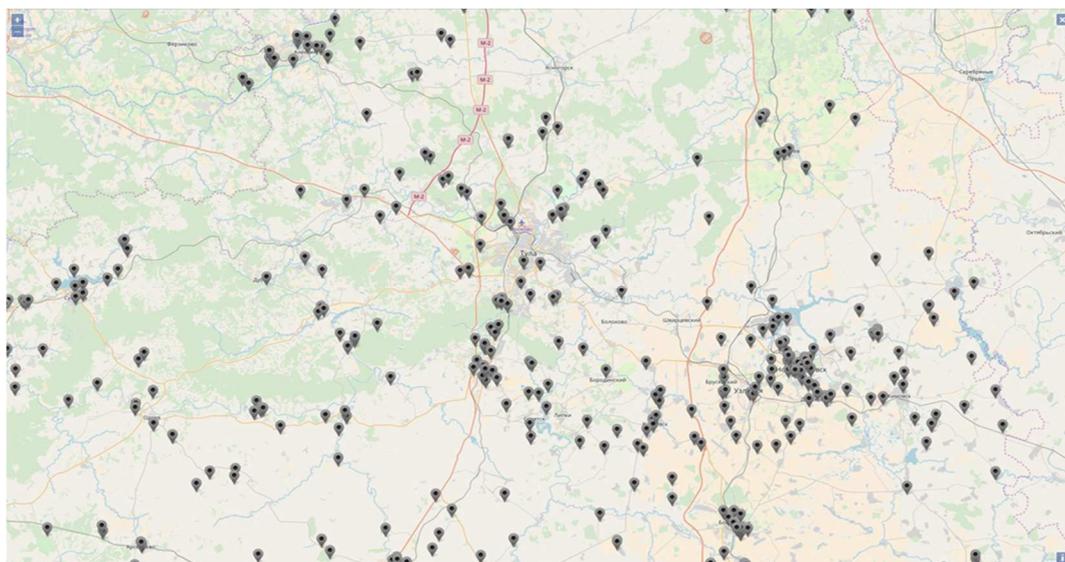
Рассмотрен вопрос систематизации данных телеметрии опытных объектов программного комплекса «Монитор телеметрии», создания математической модели - цифрового двойника для объектов с синхронизацией показаний модели с реальными данными телеметрии для создания системы предупреждений о нештатных ситуациях.

***Ключевые слова:** информационно-измерительная система, цифровой двойник, аварийный выброс, прогнозирование, редуцирование газа, отображение информации.*

Введение. С момента внедрения телеметрии накоплен большой объем данных технологических процессов и показаний параметров объектов на сетях газораспределения и газопотребления. Систематический анализ больших данных (Big Data) накопившихся за длительный период работы пунктов редуцирования газа даёт возможность выявить закономерности различных происходящих процессов и отклонений параметров от штатного режима работы.

Благодаря новейшим технологиям в области машинного обучения и нейронных сетей, уже сейчас можно создавать системы, которые по заданному алгоритму могут прогнозировать любые ситуации с минимальными погрешностями, влияющих на результат принятия решения.

Экспериментальная часть. На представленном фрагменте карты Тульской области отмечены точки, где установлены и на данный момент времени работают многофункциональные контроллеры телеметрии.



Если представить, что каждый контроллер является частью распределенной нейросети, то внедрив существующую систему мониторинга в программный комплекс, имитирующий нейронную сеть данных, можно существенно повысить степень предупреждения нештатных ситуаций и иных критических факторов, способных нарушить нормальную работу объектов газораспределения.

На первом этапе исследований на пяти пунктах редуцирования газа, установленных на сетях районной службы газораспределения проводился анализ причин и последствий возникновения отказов. Определялся перечень управляющих воздействий по снижению вероятности возникновения аварийных отказов. Проводилось описание организационно – технологического процесса предупреждения возникновения, выявления, локализации и ликвидации аварийных отказов, включая:

- управление режимами работы оборудования;
- уровень подготовки эксплуатационного персонала;
- состав и графики планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания основного оборудования;
- определение факторов влияния на возникновение аварийных отказов оборудования, включая технологическую схему работы оборудования, качество, объем и сроки выполнения ремонтов и ТО, условия эксплуатации оборудования, статистику отказов оборудования.

Результаты. Полученная информация была системно разгруппирована по объектам и направлениям, подробно обработана и обобщена, что позволило создать систематизированные наборы данных для дальнейшего применения в контексте изучения причин возникновения аварий, последовательного развития событий при авариях и возможного прогнозирования аварийных ситуаций. В первую очередь, на основе полученной проектной и эксплуатационной документации была составлена подробная карта данных по характеристикам основного и телеметрического оборудования объектов.

Собранные сводные данные составляют опору в оценке аварийности на объектах и позволяют оценить относительную надежность и отказоустойчивость различных типов оборудования, а также специфику работы объектов в целом.

Следующим этапом, после построения опорной схемы данных по оборудованию, стал сбор, обработка, соединение в одну систему и пошаговый анализ данных о фактических событиях на каждом из объектов, собранных по максимально возможному набору данных за период с 1.01.2018 года по 31.07.2020 года.

При анализе упорядоченного по датам набора данных и событий легко определить тип и продолжительность аварии, а также соотнести её с типовыми показаниями датчиков фиксированной технологической ситуации, а также с фактом ремонта, завершающего и нормализующего ситуацию. Система анализа данных, внедренная в информационно-измерительную систему, способна оперативно определять типизацию событий, что минимизирует сроки диагностики и ремонта.

Рассмотрение данных в обобщенном и связанном виде во всем контрольным объектам позволило достоверно оценить уровень работы

подразделения в части регулярности и эффективности обслуживания объектов. В перспективе – упорядочить работы по обслуживанию и эксплуатации объектов с полным привлечением возможностей телеметрии, а именно:

- контролировать периодичность и эффективность обходов
- своевременно обнаруживать, диагностировать причину и проводить профилактику систематических сбоев, в том числе неисправность предельных датчиков контроля, перебои с электроснабжением.

Работающая система аналитики в рамках ПО телеметрии позволила существенно сократить время фиксации, диагностики и ремонта типовых случаев неполадок, а также случаи общего отказа телеметрии более чем на трое суток из-за проблем с питанием.

Сделала возможным типизацию случаев технологических сбоев и проблем с телеметрическим оборудованием к стандартным образам наборов параметров на значительном количестве объектов газораспределения и газопотребления, оснащенных телеметрией.

Разработанные в процессе предварительной аналитики по контрольным объектам типизации и методы диагностики применимы в рамках действующего ПО телеметрии на объектах газораспределения и газопотребления.

Заключение. Анализ данных телеметрии при нештатных ситуациях позволил сформировать модель их возникновения по массиву данных предыстории. Ввести системы предупреждения с обозначением метки времени возникновения аварийного события и таймера времени с начала события при постоянно наблюдаемом аварийном сообщении, с указанием аналитически предполагаемого источника проблемы, а также и при спорадически возникающих аварийных событиях (по примеру срабатываниям ПЗК).

Аналитически отличить технологические аварийные события от событий неисправности оборудования. На контрольных пунктах редуцирования газа внедрить систему прогнозирования аварий на каналах давления – по опробованной методике «цифровых двойников». Реализовать систему оперативного определения сезонных переходов для обеспечения синхронности перевода режимов на оборудовании объектов газораспределения и газопотребления.

Список литературы

1. *Диагностика, мониторинг технического состояния, экологическая диагностика и управление состоянием газопроводов при обеспечении надёжности, безопасности и управляемости транспортом газа / Под ред. В.Е. Костюкова. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2007. – 204 с.*

2. *Ларкин Е.В. Диагностика состояния газотранспортной системы / Е.В. Ларкин, И.В. Семин // Естественные и технические науки. – 2011. – №5.*

3. *Царьков Г.Ю. Разработка программно-аппаратного комплекса прогнозирования и минимизации выбросов природного газа в атмосферу / Г.Ю. Царьков, П.Г. Алексеева, И.Г. Панькова // Под ред. В.М. Панарина. Тула: Изд-во «Инновационные технологии» ТулГУ. – 2019. – С.71-72.*

4. Панарин В.М. Особенности профилактики аварий на объектах газораспределительного комплекса / В.М. Панарин, Н.А. Рыбка, А.А. Маслова, Г.Ю. Царьков // Промышленные АСУ и контроллеры-2018 №5. Оборудование для измерения и автоматизации производства, С. 58-62.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИКО-ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Л.В. Котлеревская, К.Д. Супатошвили, С.П. Туляков
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** В работе рассмотрены основные причины возникновения аварий на объекте хранения нефтепродуктов. Применены логико-графические методы анализа для оценки риска возникновения чрезвычайных ситуаций. Произведена количественная оценка индивидуального и коллективного риска в случае возникновения аварии на мазутохранилище по различным причинам.*

***Ключевые слова:** объект повышенной опасности, чрезвычайная ситуация, риск, авария.*

Производственные объекты, осуществляющие хранение и транспортировку нефтепродуктов, в соответствии с № 116-ФЗ от 21.07.1997 являются объектами повышенной опасности и характеризуются высоким риском возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Наиболее опасными ЧС на объектах указанного типа будут являться разливы с максимально возможными объемами и площадями загрязнения мазутом. Для персонала предприятия наиболее опасными ЧС могут стать аварии, при которых загрязняется наибольшая часть его территории. К числу таких аварий относятся аварии с полным разрушением технологического оборудования или трубопровода, опрокидывание цистерн с мазутом на железнодорожной эстакаде, а также аварии с разрушением содержащего мазут резервуара при одновременном разрушении обваловки резервуара или резервуарного парка.

На основании ГОСТ Р 22.0.02-2016 риск возникновения ЧС – это вероятность или частота возникновения источника ЧС, определяемая соответствующими показателями риска [1].

В соответствии со сведениями об известных авариях и инцидентах на объектах хранения нефтепродуктов, условиях их возникновения можно выделить наиболее опасные из них, в которых обращается большое количество нефтепродуктов: резервуарный парк, технологические трубопроводы, помещения насосной и сливо-наливная эстакада.

Причины возникновения пожара в резервуарном парке обусловлены, как правило, образованием взрывоопасных концентраций паров углеводородов в самом резервуаре или обваловании и активизацией источника воспламенения взрывопожароопасной смеси.

Источниками взрыво-, пожароопасности являются:

- выделение паров углеводородов нефти в процессе больших и малых дыханий резервуаров;
- нерегламентированные утечки мазута из технологического оборудования;
- разгерметизация или опрокидывание железнодорожных или автоцистерн;
- разлив мазута при разрушении резервуаров.

Возможными причинами аварии на технологических трубопроводах могут быть:

- заводской брак;
- брак строительно-монтажных работ;
- коррозия;
- ошибка персонала;
- воздействия природного характера.

Возможными причинами аварии в помещении насосных могут быть:

- отказ основных насосных агрегатов;
- повреждение технологических трубопроводов и запорной арматуры;
- отказ вспомогательного оборудования;
- ошибки персонала;
- воздействия природного характера;
- террористические акты.

К чрезвычайной ситуации при хранении нефтепродуктов может привести:

- разрушение резервуара с разливом мазута, возгоранием, пожаром, термическим воздействием на соседний резервуар, взрывом;
- разрушение технологического трубопровода с разливом мазута, возгоранием, пожаром (на территории мазутохранилища);
- разрушение насосного оборудования с разливом мазута, возгоранием, пожаром, взрывом.

При оценке риска аварий на мазутохранилище определены вероятности возникновения аварий, вероятности причинения вреда людям, рассчитаны индивидуальный и коллективный риски гибели людей.

Аварийные ситуации, как правило, характеризуются комбинацией случайных событий, имеющих место быть с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии (отказы оборудования, разрушение оборудования, выбросы, воспламенение, взрыв). Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют логико-графические методы анализа «деревьев отказов» и «деревьев событий» [2].

«Дерево событий» при разгерметизации наземных резервуаров с мазутом представлено на рис.1.

Здесь и далее частота реализации каждого сценария рассчитывалась путем умножения частоты инициирующего события на вероятность развития аварии по тому или иному пути (ветви).

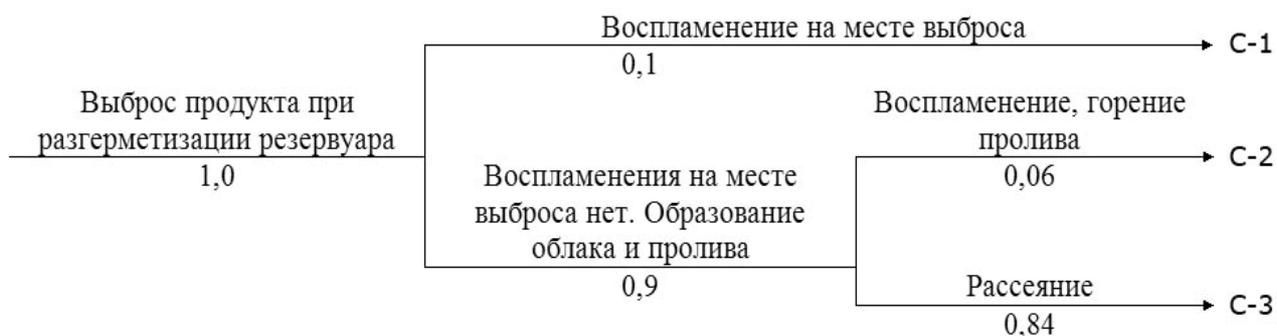


Рис. 1. «Дерево событий» при разгерметизации наземных резервуаров с мазутом

«Дерево событий» при пожаре в резервуаре представлено на рис.2.

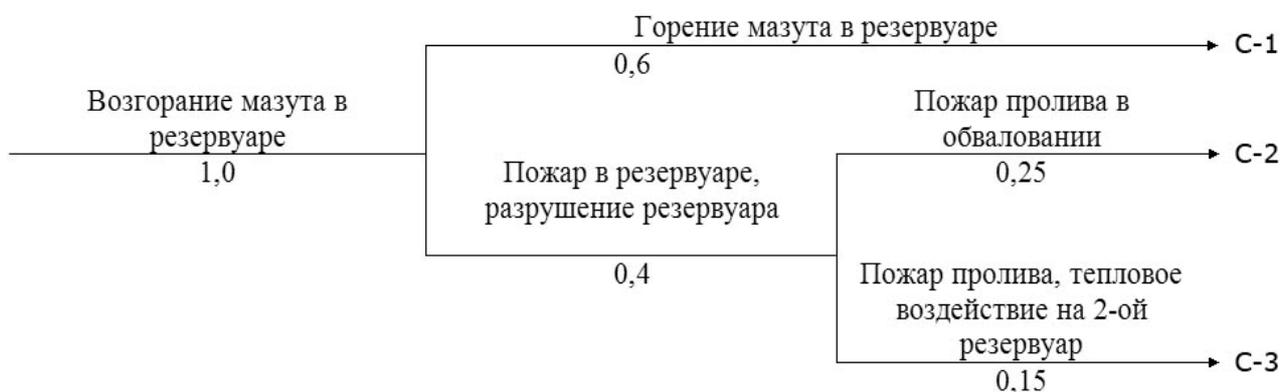


Рис.2. «Дерево событий» при пожаре в резервуаре

«Дерево событий» для аварий на площадке слива при мгновенном разрушении автоцистерны представлено на рис.3.

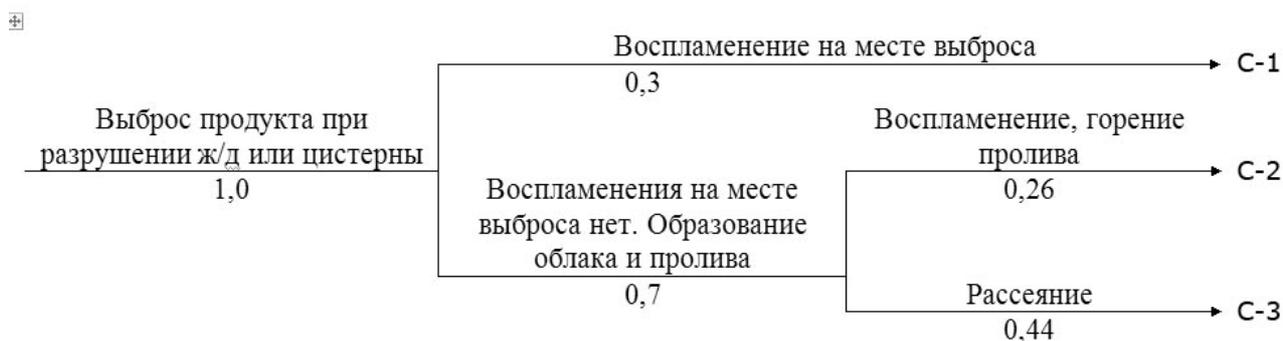


Рис.3. «Дерево событий» для аварий на площадке слива

На основе полученного пространственно-временного распределения потенциального риска, а также учитывая распределение людей на территории предприятия, определены коллективные риски гибели различных категорий людей. В таблице приведены полученные значения коллективного риска при возникновении аварий на мазутохранилище.

Коллективный риск при авариях на мазутохранилище

Категории людей	Объекты или прилегающая территория	Число пострадавших, чел/год
Персонал	Резервуарный парк	0,01066013
	в т.ч. насосные	0,00865107
	Весь объект	0,02976113
Третьи лица	Пожарные (весь объект)	0,003648
Все категории	Общий коллективный риск	0,03340913

Как следует из данных, приведенных в таблице, коллективный риск гибели персонала составляет порядка 0,033 человека в год. С учетом сделанных допущений можно полагать, что данная величина коллективного риска может быть завышена в 2-3 раза.

Индивидуальный риск для человека оценивался по методу, изложенному в ГОСТ Р 12.3.047-2012 [3], где в качестве показателя индивидуального риска для персонала предприятия используется вероятность воздействия опасных факторов рассматриваемых сценариев аварий, исходя из реальных условий работы: нахождение персонала в производственных зданиях и на технологических площадках.

Средние значения индивидуального риска для различных категорий людей составляют:

- $1,1 \times 10^{-4}$ 1/год – для персонала предприятия;
- $5,9 \times 10^{-5}$ 1/год – для пожарных.

Так же, как для коллективного риска, приведенные величины индивидуального риска являются завышенными в 2-3 раза.

Для населения и окружающей среды наиболее опасными ЧС будут являться аварии с максимально возможными объемами выхода мазута, сопровождающиеся взрывами и пожарами.

С целью предупреждения чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефтепродуктов на объектах нефтепродуктообеспечения, предусматривается выполнение инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на исключение разгерметизации оборудования и предупреждение разливов нефтепродуктов, на локализацию разливов, обеспечение взрыво-, пожаробезопасности и борьбы с возможными пожарами, обеспечение оповещения о чрезвычайных ситуациях и беспрепятственной эвакуации людей с территории опасного производственного объекта.

Список литературы

1. ГОСТ Р 22.0.02-2016. *Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.*
2. Галеев А.Д. *Анализ риска аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Д. Галеев, С.И. Поникаров. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 152 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79263.html>. – ЭБС «IPRbooks».*

3. ГОСТ Р 12.3.047-2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

О ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

К.Д. Супаташвили, Л.В. Котлеревская, С.П. Туляков
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** В работе рассмотрены требования обеспечения безопасности опасных производственных объектов и изложены основные инженерно-технические и организационные мероприятия, позволяющие повысить уровень безопасности при хранении и транспортировке нефтепродуктов.*

***Ключевые слова:** объект повышенной опасности, чрезвычайная ситуация (ЧС), риск, авария.*

В соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1] указанные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с действующими критериями на четыре класса опасности:

I класс опасности – опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;

II класс опасности – опасные производственные объекты высокой опасности;

III класс опасности – опасные производственные объекты средней опасности;

IV класс опасности – опасные производственные объекты низкой опасности.

Присвоение класса опасности опасному производственному объекту осуществляется при его регистрации в государственном реестре. Из вышеизложенного следует, что объекты хранения и транспортировки нефтепродуктов относятся к категории опасных производственных объектов как минимум по нескольким классификационным признакам: по наличию в технологическом процессе и на товарно-сырьевых складах опасных веществ (углеводородов) в разных агрегатных состояниях и количествах, соответствующих определенному классу опасности; по использованию в технологическом процессе оборудования, работающего под избыточным давлением более 0,07 МПа; по использованию стационарно установленных грузоподъемных механизмов.

Согласно нормам постановления Правительства от 15.04.2002 № 240 [2] в целях обеспечения безопасности на опасном производственном объекте организации обязаны содержать в исправном состоянии технологическое оборудование, заблаговременно проводить инженерно-технические

мероприятия, направленные на предотвращение возможных разливов нефти и нефтепродуктов и (или) снижение масштабов опасности их последствий. С целью предупреждения чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефтепродуктов на объектах нефтепродуктообеспечения, предусматривается выполнение инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на исключение разгерметизации оборудования и предупреждение разливов нефтепродуктов, на локализацию разливов, обеспечение взрыво-, пожаробезопасности и борьбы с возможными пожарами, обеспечение оповещения о чрезвычайных ситуациях и беспрепятственной эвакуации людей с территории опасного производственного объекта в соответствии с утвержденной схемой. Предотвращение и предупреждение чрезвычайных ситуаций (ЧС), в первую очередь, направлено на предотвращение разливов нефтепродуктов, уменьшение их испарения (образование взрывоопасных концентраций паров углеводородов), а также образование (внесение) в опасное паровоздушное пространство источников зажигания [3, 4].

Определяющее значение имеет человеческий фактор. Для обеспечения соответствующего уровня промышленной безопасности сюда следует отнести:

- поддержание средств локализации аварии в рабочем состоянии (огнетушители, ящики с песком, пожарные краны, пеногенераторы);
- умение персонала правильно и оперативно действовать в экстремальной ситуации.

К основным мерам, направленным на уменьшение риска аварий, следует отнести своевременное проведение регламентированных ремонтно-профилактических мероприятий оборудования, в котором обращается опасное вещество, а именно:

- своевременное проведение технического освидетельствования сосудов, трубопроводов, средств КИПиА в соответствии с требованиями промышленной безопасности, постоянная проверка на герметичность технологического оборудования и трубопроводов;
- запрещение работать на неисправном оборудовании и с неисправной запорной арматурой, приборами КИПиА;
- постоянный (по графику) государственный и ведомственный надзор и проверка приборов КИПиА с их аттестацией;
- поддержание в работоспособном и комплектном состоянии имеющихся на объекте технических средств противоаварийного назначения и средств индивидуальной защиты работников, а также исправности систем предупреждения развития аварий и локализации выбросов опасного вещества;
- проведение с персоналом предприятия тренировочных занятий и учебных тревог с целью обучения персонала правильно и оперативно действовать в экстремальной ситуации;
- поддержание профессионального уровня подготовки и производственной дисциплины обслуживающего персонала;
- проверка правильности хранения опасного вещества.

К числу значимых организационно-технических мероприятий по повышению уровня безопасности при эксплуатации мазутохранилища как объекта повышенной опасности следует отнести:

- своевременное проведение специальной оценки условий труда при изменении нагрузок на персонал;
- соблюдение работающим персоналом требований, правил и норм охраны труда и производственной безопасности при работе с хлором, периодическая проверка знаний и допуска к самостоятельной работе;
- разработка и своевременная корректировка Технологического регламента.
- разработка и(или) актуализация Плана локализации и ликвидации аварий (ПЛА);
- разработка и(или) актуализация Плана мероприятий по локализации и ликвидации аварий (ПМЛА);
- разработка и(или) актуализация Плана по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ПЛАРН);
- разработка и(или) актуализация Плана пожаротушения;
- разработка и(или) актуализация Паспорта безопасности;
- своевременное выполнение распоряжений и предписаний надзорных органов.
- неукоснительное соблюдение федеральных законов и иных нормативно-правовых актов Российской Федерации.

Статистика несчастных случаев на объектах транспортировки и хранения нефтепродуктов подтверждает важность и приоритетность осознанного понимания проблем обеспечения безопасности. Наилучшим механизмом, обеспечивающим формирование культуры безопасности, бесспорно, является обучение в области промышленной безопасности работников и вовлечение всех без исключения работников опасных производственных объектов в процесс идентификации производственных опасностей и оценки риска на всех этапах работы. Комплексное решение указанных задач позволит обеспечить требуемый уровень безопасности функционирования опасного производственного объекта рассматриваемого класса.

Список литературы

1. *Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ.*
2. *Постановление Правительства РФ от 15.04.2002 № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».*
3. *Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.94 №68-ФЗ.*
4. *Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ.*

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Н.Н. Петрук, М.В. Гюльмагомедова
Сургутский государственный университет,
г. Сургут

Аннотация. В статье рассматривается использование комплексного подхода в преподавании морфологических дисциплин на примере преподавания анатомии. В современных условиях в основе преподавания анатомии лежит традиционная форма обучения, в комплексе с различными вариантами компьютерных технологий.

В системе высшего медицинского образования важнейшим звеном в процессе подготовки будущих врачей является изучение фундаментальных (базовых) дисциплин, закладывающих основные знания о строении и функционировании организма человека в норме.

На кафедре морфологии и физиологии МИ СурГУ студентам 1-2 х курсов, обучающимся по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия» преподаются следующие базовые дисциплины – биология, генетика человека, анатомия и физиология, клиническая анатомия.

Основополагающими задачами кафедры являются повышение уровня подготовки студентов, а также модернизация учебного процесса при сохранении классических способов преподавания.

Главные педагогические принципы преподавания на кафедре заключаются в последовательном изучении дисциплин и их преемственности, а также в формировании целостного понятия о строении и функционировании организма человека. Принцип преемственности знаний играет значимую роль для обеспечения более успешной адаптации студентов в ВУЗе и для качественной подготовки специалистов.

Среди всех фундаментальных дисциплин анатомия является наиболее сложной, так как на первом же занятии студенты сталкиваются с большим объёмом новой информации, знакомятся с латинской терминологией.

В ходе изучения анатомии студенты овладевают основами медицинских знаний о строении тела человека в связи с выполняемыми функциями, изучают варианты строения органов и систем, а также возрастные изменения тела человека.

Изучение вариантной анатомии имеет крайне важное значение для объяснения различий в клинической картине заболеваний, возможного развития осложнений, а также для разработки рациональных оперативных доступов с учетом индивидуальных особенностей пациента.

Специфичность и сложность преподавания анатомии человека обусловлена значительным объемом изучаемого материала, обилием латинских терминов, сложностью пространственного представления об отдельных анатомических образованиях, особенностью анатомио-топографических взаимоотношений, а также необходимостью знаний об индивидуальных и возрастных особенностях строения организма, вариантах изменчивости отдельных органов и пороках их развития [1].

В современных условиях в основе преподавания анатомии лежит комплексный подход – традиционная форма обучения и использование различных вариантов компьютерных технологий. Традиционная форма обучения включает в себя проведение лекций, практических занятий, а также самостоятельную работу студентов.

В ходе изложения лекционного материала преподаватель делает акцент на индивидуальных, возрастных и половых особенностях строения органов и систем тела человека. Так же на лекциях рассматриваются основные этапы онтогенеза органов и систем, пороки развития органов.

На практических занятиях преподаватель подробно объясняет строение всех систем органов человека, связывая особенности строения того или иного органа с выполняемой им функцией, типом телосложения человека, с учетом вариантной анатомии. У студентов, обучающихся по специальности «Педиатрия» изучаются особенности детского возраста (по возрастным периодам).

Оптимизации учебного процесса способствует использование наглядного материала в процессе преподавания дисциплины. На кафедре представлен богатый иллюстративный материал в виде мультимедийных слайдов, таблиц, плакатов по теме занятия, сухих препаратов (кости черепа, скелет в сборе), а также пластинатов отдельных органов и органокомплексов.

Анатомические препараты являются важнейшим наглядным материалом, который помогает изучению строения тела человека. Пластинаты органов, а также сухие костные препараты позволяют создать объемное представление о строении органов и их взаимном расположении.

В настоящее время, в преподавании анатомии является актуальным использование возможностей современных методов исследования структур тела (УЗИ, компьютерная томография, эндоскопия, доплерография и др.) соответственно тематике.

С 2017 года в преподавании анатомии на кафедре используется Anatomage Table – Интерактивный анатомический стол «Пирогов», позволяющий изучать 3D-модель человеческого тела в натуральную величину. Преимущество использования заключается в том, что внутренние органы имеют реальные размеры и внешний вид. В ходе объяснения нового материала преподаватель может моделировать анатомические срезы, что позволяет изучить не только внешнее строение органа, но и внутриорганное строение, а также послойное строение тела человека.

В целом, использование разнообразного наглядного материала, совместно с виртуальными средствами обучения, способствует более углубленному изучению предмета.

Наряду с традиционной формой проведения занятий, особое место занимает использование студентами платформы MOODLE в качестве внеаудиторной самостоятельной работы. По курсу анатомии в платформе MOODLE представлен лекционный материал, сформирован блок тестовых заданий, соответственно календарно – тематическому плану, позволяющий контролировать уровень усвоения знаний у студентов. Также создан форум по техническим и учебным вопросам курса.

Таким образом, применение комплексного подхода в преподавании морфологических дисциплин позволяет оптимизировать учебный процесс, а также повысить уровень усвоения нового материала.

Список литературы

1. Привес М.Г. Анатомия человека / М.Г. Привес, Н.К. Лысенков, В.И. Бушкович. – СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2010. – 720 с.

ОСВОЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ КЛИНИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ В ХОДЕ СОСТАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТ - КАРТ СТУДЕНТАМИ МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА

Н.Н. Петрук, М.В. Гюльмагомедова
Сургутский государственный университет,
г. Сургут

Аннотация. В статье рассматривается методика составления интеллект – карт студентами МИ в ходе освоения дисциплины «Клиническая анатомия». Составление интеллект-карт относится к самостоятельной работе студентов, в результате которой студент учится анализировать полученную информацию, структурировать новый материал.

Дисциплина клиническая анатомия является частным разделом анатомии, которая создает основу для перехода от теоретических знаний к практическим навыкам в ходе освоения клинических дисциплин, так как позволяет объяснить особенности возникновения различных симптомов и синдромов заболеваний с позиции анатомии.

В ходе изучения клинической анатомии студенты учатся развивать клиническое мышление, решая ситуационные задачи по соответствующей тематике. Решение ситуационных задач является частью самостоятельной работы студентов. Для приобретения устойчивых знаний, умений анализировать полученную информацию при решении ситуационных задач студентам предлагается создание интеллект – карт.

Интеллект-карта (ментальная карта, диаграмма связей, карта мыслей, ассоциативная карта, mind map) – это графический способ представить идеи,

концепции, информацию в виде карты, состоящей из ключевых и вторичных тем, т.е. это инструмент для структурирования идей [3].

Методика была разработана психологом Тони Бьюзенем в конце 1960-х гг [2].

Интеллект – карта позволяет студенту представлять информацию в графическом виде, отражая взаимосвязь между различными понятиями или разделами изучаемой области или предмета. Преимуществами использования составления ментальных карт при освоении дисциплин медицинской направленности являются структурирование большого объёма информации, систематизация полученных знаний, определение причинно – следственных связей и т.д. Также, при составлении интеллект-карты студенту предоставляется возможность развить творческий потенциал и проявить креативный подход в решении предлагаемой ситуации.

Одним из наиболее часто используемых вариантов решения ситуационной задачи представляется интеллект – карта в виде древовидной схемы, где центральное положение занимает условие задачи. Студенту необходимо декомпозировать условие таким образом, чтобы от центрального звена карты отходили «ветви» первого и второго порядка, в зависимости от степени важности ключевых понятий.

Пример составления интеллект – карты по теме «Клиническая анатомия червеобразного отростка». Данная тема является актуальной для изучения, так как аппендицит – воспаление червеобразного отростка, является наиболее частой патологией в абдоминальной хирургии. Многообразие вариантов расположения аппендикса объясняет различия в клинической картине заболевания.

Червеобразный отросток (*appendix vermiformis*) является органом иммунной системы. Расположение отростка зависит от его длины и места расположения слепой кишки. Червеобразный отросток расположен, в основном, в правой подвздошной ямке, но может находиться выше или ниже. Направление червеобразного отростка может быть нисходящим (40-45 %), латеральным (17-20 %) или восходящим (13 %). При восходящем положении червеобразный отросток нередко располагается позади слепой кишки. [1]

В данном примере интеллект – карты центральным звеном является условие задачи, от которого начиная справа, по часовой стрелке, проводятся «ветви» первого порядка. Студенту необходимо кратко описать строение, кровоснабжение и иннервацию червеобразного отростка, а затем схематично изобразить и перечислить варианты его нормального расположения. Затем от каждого варианта расположения отводится «ветвь» второго порядка. На данном уровне студенту необходимо охарактеризовать локализацию и иррадиацию болевого синдрома при воспалении червеобразного отростка. После данного этапа, за счет систематизации большого объёма материала в наглядную графическую схему, представляется возможным анализировать информацию для проведения дифференциальной диагностики данного заболевания и определения дальнейшей тактикой лечения.

Таким образом, использование интеллект – карт в качестве самостоятельной работы студентов позволяет структурировать большой объем изучаемой информации, а также определять причинно – следственные связи на примере вариантов строения органа и характеристики симптомов и синдромов при развитии его патологии.

Список литературы

1. *Анатомия человека: Сатин М.Р., Билич Г.Л. учебник в 3 т. – изд. 3-е испр. 2007. – Т. 2.*

2. *Андрюхина Л.М. Ментальные карты (интеллект – карты) как контрольно-оценивающее средство по дисциплине «История и методология педагогической науки» // Сборник научных трудов IX Международной научно – практической конференции «Формирование кадрового потенциала СПО – инновационные процессы на производстве и в профессиональном образовании». Екатеринбург, 2016. – С.78-86.*

3. *Куварина Е. Интеллект карты- гениальный метод для запоминания информации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://denbriz.ru/Нchnoe-razvitie/mindmap/>*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ-УЧАСТНИКОВ ПРОГРАММЫ «ОТВЕТСТВЕННАЯ ЗАБОТА»

Е.И. Кудрявцева¹, А.С. Макарова²

¹ ООО «КОЛТЕК-ЭкоХим»,

² Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,
г. Москва

Аннотация. В статье представлены результаты оценки воздействия на окружающую среду российских химических компаний, проведенной с использованием разработанного алгоритма оценки эффективности экологической деятельности по ключевым показателям производительности программы «Ответственная забота», интерпретация которых позволила сделать вывод об эффективности осуществляемой природоохранной деятельности.

Международная программа «Ответственная забота» (англ. Responsible Care) инициирована в 1980-х годах в Канаде, в настоящее время программа признана и реализована более чем в 60 странах мира, в том числе и в Российской Федерации через Российский союз химиков. Программа «Ответственная забота» – международная добровольная инициатива компаний химического комплекса по непрерывному улучшению и достижению совершенства менеджмента химических компаний по управлению качеством охраны окружающей среды, обеспечения здоровья и безопасности работников и населения, а также социальной ответственности на основе реализации принципов и концепции

устойчивого развития [1]. Для количественной оценки результативности осуществляемой деятельности химические компании-участники программы ежегодно предоставляют отчетность по ключевым показателям производительности (KPI) в области охраны окружающей среды, сохранения здоровья работников и обеспечения промышленности безопасностью [2]. Анализ полученных данных позволяет выявлять экологические тенденции в экономической и социальной деятельности российских химических компаний-участников программы «Ответственная забота», а также фиксировать достижения и проблемы в этой области.

Предметом анализа являлись большие массивы данных о показателях воздействия на экологические подсистемы:

1. Загрязнение почвы: количество опасных и неопасных отходов, направленных на размещение, выраженное в тоннах.
2. Загрязнение атмосферы: выбросы диоксида серы (SO₂), летучих органических соединений (ЛОС), оксидов азота (NO_x), оксида углерода (CO), выраженные в тоннах.
3. Загрязнение воды: количество сбросов фосфорсодержащих и азотсодержащих соединений, а также суммарное количество вредных веществ, сбрасываемых сточными водами, выраженные в тоннах.
4. Годовая выручка химических компаний, выраженная в рублях.
5. Общий объем производства химической продукции, выраженный в тоннах.

Эти показатели были выбраны потому, что они являются основными KPI в рамках программы «Ответственная забота» и обладают лучшей доступностью данных. Однако сделать однозначные выводы о тенденциях по каждому показателю весьма затруднительно, поскольку добровольность предоставления отчетных данных обуславливает появление в них «пробелов». Также при поведении анализа данных важно учитывать, что компании, направляющие отчетность, проходили модернизацию и реконструкцию, открывали новые производства, увеличивали производственные мощности, что непосредственно сказывается на достоверности и объемах фактических данных, представляемых в отчетности.

Для проведения оценки эффективности природоохранной деятельности химических компаний-участников программы «Ответственная забота» разработан оригинальный алгоритм, который включает в себя несколько различных подходов к оценке, позволяющих минимизировать влияние пробелов в данных на результаты оценки [3]. Основные шаги алгоритма включают в себя:

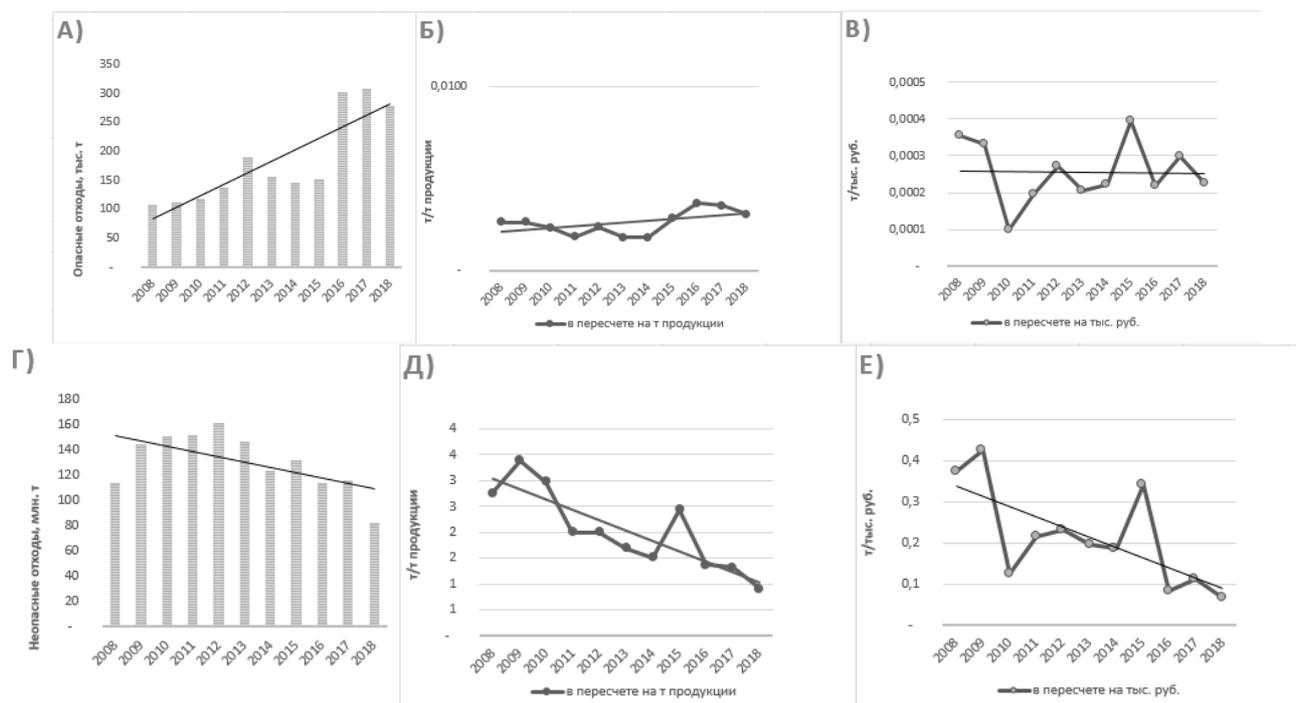
1) оценку динамики абсолютных показателей KPI путем расчета агрегированных абсолютных показателей оценки воздействия на окружающую среду химических компаний и их тенденции изменения с использованием процедуры линейного приближения и метода наименьших квадратов;

2) оценку динамики относительных показателей (т/тыс. руб. и т/т продукта) и их тенденции изменения с использованием процедуры линейного приближения и метода наименьших квадратов;

3) оценку всей химической промышленности Российской Федерации на основании экстраполяции агрегированных абсолютных показателей и объема выпускаемой продукции по отрасли в целом.

Совпадение тенденций в трех оценках дает нам возможность с уверенностью говорить о тенденции в показателях. Для проведения оценки экологической результативности химических компаний проанализированы отчетные данные за период с 2008 по 2018 год.

Влияние химической промышленности на загрязнение почвы оценивается с использованием показателей количества опасных и неопасных отходов, направленных на размещение. Результаты расчета по шагам 1 и 2 алгоритма представлены на рисунке.



Показатели количества опасных и неопасных отходов, направленных на размещение химическими компаниями-участниками программы «Ответственная забота»:

- а) и г) динамика абсолютных показателей;
- б) и д) динамика относительных показателей, нормированных на тонну производимой продукции;
- в) и е) динамика относительных показателей, нормированных на тыс. руб.

Аналогичным образом проанализированы изменения остальных показателей КРІ. Результаты оценки изменения тенденций были разделены на 4 типа: увеличение, уменьшение, стабильность и отсутствие четких тенденций и представлены в таблице для химических компаний-участников программы «Ответственная забота» и для российской химической промышленности в целом.

Результаты показали, что в течение периода исследования большинство оцениваемых показателей загрязнения окружающей среды имеют тенденции к снижению. Так, количество неопасных отходов, направленных на захоронение с 2008 по 2018 год сократилось с 6 т/т продукта и 0,4 т/тыс. руб. до 1 т/т продукта и 0,1 т/тыс. руб. А количество вредных веществ, сбрасываемых сточными водами

сократилось с 0,024 т/т продукта и 0,00324 т/тыс. руб. до 0,000121 т/т продукта и 0,1 т/тыс. руб.

Тенденции изменения показателей воздействия на окружающую среду химических компаний-участников программы «Ответственная забота» и российской химической промышленности в целом

Показатели	Абсолютное значение	Относительные показатели		Тенденции для российской химической промышленности
		т/т продукта	т/тыс. руб.	
Опасные отходы	Увеличение	Стабильность	Нет четкой тенденции	Увеличение
Неопасные отходы	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение
Выбросы SO ₂	Стабильность	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение
Выбросы NO _x	Увеличение	Увеличение	Уменьшение	Увеличение
Выбросы ЛОС	Увеличение	Увеличение	Уменьшение	Стабильность
Выбросы CO	Увеличение	Увеличение	Увеличение	Увеличение
Сбросы Р-содержащих соединений	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение	Стабильность
Сбросы N-содержащих соединений	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение
Вредные вещества, сбрасываемые сточными водами	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение

В тоже время за рассматриваемый период увеличилось количество выбросов оксида углерода и оксидов азота, в частности, выбросы оксида углерода увеличились с 0,000148 т/т продукта до 0,000588 т/т продукта.

Разработанный алгоритм обработки отчетных данных можно рассматривать как инструмент оценки экологической эффективности российских химических компаний-участников программы «Ответственная забота».

Список литературы

1. ICCA, 2015 *Responsible Care Status Report*. <https://www.iccaaticcm4.com/wp-content/uploads/2015/09/2015-Responsible-Care-Status-Report.pdf>.
2. Bélanger J, Topalovic P, West J et al., 2013. *Responsible Care. A Case Study*. Berlin, Boston: De Gruyter. <http://www.degruyter.com/view/product/247600>.
3. Makarova A.S., Kruchina E.B., Jia X., Kudryavtseva E.I., Kukushkin I.G. *Environmental Performance Assessment of the Chemical Industries Involved in the Responsible Care® Program: Case Study of the Russian Federation*, *Journal of Cleaner Production*, 2019. Vol. 222. P. 971-985. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.02.218

СОДЕРЖАНИЕ

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Панарин В.М., Маслова А.А., Савинкова С.А. Автоматизированная система непрерывного контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ предприятий в атмосферу и водные объекты.....	3
Панарин В.М., Маслова А.А., Савинкова С.А. Отечественный и зарубежный опыт в разработке систем контроля промышленных выбросов.....	5
Адыева Н.А., Галимова Н.Я. Использование отходов лесопромышленного комплекса в производстве композиционных материалов.....	10
Адыева Н.А., Галимова Н.Я. Использование отходов литейного производства в производстве композиционных материалов на основе поливинилхлорида.....	12
Лестев А.Е., Фролова А.В., Богомоллов П.А., Ившин Я.В., Межевич Ж.В. Анализ содержания органических хлоридов в химических реактивах кулонометрическим методом в целях недопущения загрязнения нефти.....	15
Тангалычев Р.Д., Березин Н.Б., Межевич Ж.В., Бузов С.В., Темников С.Р. Извлечение и разделение соединений кадмия и никеля при утилизации химических источников тока методом жидкостной экстракции.....	20
Готлиб Е.М., Нцуму Р.Ш., Валеева А.Р., Ямалеева Е.С., Вдовина Т.В., Перушкина Е.В. Биоразложение эпоксидной смолы, модифицированной рисовой шелухой и ее золой.....	23
Москаленко Л.В. Особенности снижения промышленных выбросов в производстве азотной кислоты.....	28
Ляшенко Н.В., Лепихова В.А., Шестак С.Г. Экологические аспекты применения хлорсодержащих технологий обеззараживания природных вод.....	30
Зиле Е.А. Подготовка свалочного газа для использования на энергоцентре.....	34
Пряничникова В.В., Шулаев Н.С., Кадыров Р.Р., Овсянникова И.В. Определение токсичности почв после электрохимической очистки с использованием инфузорий <i>Paramecium</i>	36
Чередова Т.В., Дорошкевич С.Г., Ануфриева Е.С. Анализ макрокомпонентного состава подземных вод в районе размещения промышленных отходов в п. Площадка на территории г. Улан-Удэ.....	38
Корякина Ю.П., Ушакова С.А. Очистка сточных вод от загрязнения нефтепродуктами с использованием магнитных наночастиц.....	43
Петров В.И., Шамсутдинов И.И., Мусина Г.Р. Анализ работы вихревых пылеуловителей.....	46
Грабельных В.А., Алтынникова Е.Е., Руссавская Н.В., Никонова В.С., Розенцвейг И.Б. Новый тип серосодержащих гранулированных сорбентов для очистки сточных вод от соединений тяжелых металлов.....	50
Марцулевич Н.А., Флисюк О.М., Топталов В.С. Моделирования процесса пылеулавливания в прямоточном циклоне.....	54

Степанова Т.И., Арефьева О.Д., Илюшко М.В., Бурундукова О.Л. Зольные компоненты соломы диплоидного и тетраплоидного риса <i>Oryza sativa</i> L, полученного в андрогенезе <i>in vitro</i>	57
Щербина Д.В., Целигоров Н.А. Холодильные установки на CO ₂ как способ сохранения озонового слоя.....	60
Савинова Л.Н., Векшина В.А. Степень гумусированности почв как фактор ферментативной резистентности в отношении токсичных тяжелых металлов.....	63
Векшина В.А. Оценка изменения флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков березы повислой в пределах техносферы ПАО «Тулачермет» г. Тулы.....	64
Короходкина К.Г. Пути рационального использования отходов производства строительных материалов для снижения выбросов в окружающую среду.....	69
Савкова О.А. Применение экологически чистых и безотходных производств.....	71
Белошапко О.А. «Зеленая» архитектура.....	74
Сорокина Е.Ю. Способы снижения негативного влияния производства строительных материалов на окружающую среду.....	76
Панарин В.М., Рылеева Е.М. Анализ загрязнения поверхностных вод г. Тулы и Тульской области.....	78
Панарин В.М., Рылеева Е.М. Автономная система дистанционного мониторинга исследования загрязнения р. Упа г. Тулы и Тульской области.....	84
Гришакова О.В., Афанасьева Н.Н. Ресурсосбережение в рамках экологизации производства.....	90
Вакунин Е.И., Коряков А.Е. Оценка процессов эмиссии метана из тела рекультивированного полигона коммунальных отходов.....	93
Волков А.В., Кашинцева Л.В. Неблагоприятные факторы окружающей среды как детерминанты социальных процессов.....	97
Волков А.В., Кашинцева Л.В. Вероятные особенности структуры историометрического цикла А.Л. Чижевского в 2021-2023 годах.....	104

ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ.

ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Алешина Т.Е., Жукова А.Б. Перспективы оценки распространения онкозаболеваний в Калужской области как индикаторной экопатологии.....	112
Целигоров Н.А., Ковалев И.В., Целигорова Е.Н. Перспективы развития автомобильных кондиционеров в свете экологической проблемы с озоновым слоем.....	117

Петров С.Б., Петров Б.А. Медико-профилактические мероприятия среди населения, проживающего в районах влияния атмосферных выбросов предприятий городского промышленно - энергетического комплекса.....	120
Ларионов А.В., Щетникова Е.А., Вдовина Е.Д. Генотоксические эффекты воздействия угольно-породных пылевых частиц 10-0,1 мкм и менее 0,1 мкм на фибробласты легкого человека.....	124
Панарин В.М., Маслова А.А., Гришаков К.В. Алгоритм оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени.....	134
Панарин В.М., Маслова А.А., Гришаков К.В. Метод оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени.....	136
Ивлиева М.С., Рылеева Е.М. Анализ радиационной изменчивости на территории Тульской области.....	140
Ивлиева М.С., Волков А.В. Распространение твердых частиц РМ 2.5. и подверженность заражению вирусу SARS - COV- 2.....	145
Гнатюк С.А. Способы переработки вторичного сырья.....	147
Ельтищева Д.Д., Афанасьева Н.Н. Предотвращение производственного травматизма и профессиональных заболеваний путем планирования мероприятий по охране труда.....	150
Гречишкина Д.В., Афанасьева Н.Н. Оценка эффективности выбора средств индивидуальной защиты работников.....	154

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

Чебышева В.А. Моделирование аварийных ситуаций при перевалке серы в порту.....	157
Сигачева В.В., Энтин В.Я. Нечеткое моделирование системы зависимого управления параметрами промывной воды в дозаторе установки первичной обработки шерсти.....	159
Нестерова Е.А., Николаева Н.Н., Петухова Е.С., Чепрасов М.Ю. Применение метода Стралера и методов дистанционного зондирования земли при прогнозировании захоронений ископаемой мамонтовой кости для снижения антропогенной нагрузки на экосистему Севера.....	163
Горчакова О.С. Экологическая оценка при выборе строительных материалов для нового строительства, реконструкции и реставрации.....	168
Жеребятьев А.А. Экологические программы и движения.....	170
Быстрова А.С., Афанасьева Н.Н. Анализ расходов компенсационного характера за работу в неблагоприятных условиях труда.....	175
Чинёнова А.И., Афанасьева Н.Н. Виды ответственности за нарушения требований по охране труда и их экономическая сторона.....	178
Винокурова В.С., Афанасьева Н.Н. Проблемы и перспективы развития экологического менеджмента в Российской Федерации.....	181
Бордакова Т.В., Афанасьева Н.Н. Экономическая оценка ущерба от несчастного случая на примере предприятия АО «Тулатеплосеть».....	184

Алексеева П.Г. Анализ данных телеметрии для прогнозирования нештатных ситуаций на объектах газораспределения и газопотребления.....	188
Котлеревская Л.В., Супаташвили К.Д., Туляков С.П. Применение логико-графических методов анализа для оценки риска возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах хранения и транспортировки нефтепродуктов	191
Супаташвили К.Д., Котлеревская Л.В., Туляков С.П. О повышении уровня безопасности на объектах хранения и транспортировки нефтепродуктов.....	195

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ

Петрук Н.Н., Гюльмагомедова М.В. Комплексный подход в преподавании морфологических дисциплин.....	198
Петрук Н.Н., Гюльмагомедова М.В. Освоение дисциплины клиническая анатомия в ходе составления интеллект - карт студентами медицинского института.....	200
Кудрявцева Е.И., Макарова А.С. Оценка экологической результативности химических компаний-участников программы «Ответственная забота».....	202