



УФИМСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

приоритет2030[^]
лидерами становятся

**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО
ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ
ТЕХНОГЕННЫМ УГРОЗАМ
И РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
(ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ-2024)**

**SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION
FOR COUNTERACTION TECHNOGENIC THREATS
AND SOLUTION ENVIRONMENTAL PROBLEMS
(TECHNOSPHERE SAFETY-2024)**

XXI Международная научно-практическая конференция

XXI International scientific-and-practical conference

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
ОБЩЕСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ
КОМИТЕТЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ**

**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО
ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ
ТЕХНОГЕННЫМ УГРОЗАМ
И РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
(ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ-2024)**

*Материалы
XXI Международной научно-практической конференции*

(г. Уфа, 8 октября 2024 г.)

Научное электронное издание сетевого доступа

**Уфа
РИЦ УУНиТ
2024**

**THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGH EDUCATION
OF RUSSIAN FEDERATION
UFA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
PUBLIC COUNCIL UNDER THE NATIONAL COMMITTEE
FOR EMERGENCIES OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

**SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION
FOR COUNTERACTION TECHNOGENIC THREATS
AND SOLUTION ENVIRONMENTAL PROBLEMS
(TECHNOSPHERE SAFETY-2024)**

XXI International scientific-and-practical conference

Ufa, October 8, 2024

Scientific electronic publication of network access

**Ufa UUST
2024**

УДК 502/504+658.382.3
ББК 20.18+30н
НЗ4

*Печатается по решению кафедры безопасности производства
и промышленной экологии УУНиТ.
Протокол № 2 от 23.09.2024 г.*

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук **Э.С. Насырова** (*отв. редактор*);
канд. геогр. наук, доцент **А.Н. Елизарьев**;
канд. хим. наук, доцент **Н.В. Кострюкова**

**Наука, образование, производство для противодействия техногенным
НЗ4 угрозам и решения экологических проблем (Техносферная безопас-
ность-2024): материалы XXI Международной научно-практической конфе-
ренции (г. Уфа, 8 октября 2024 г.) / отв. ред. Э.С. Насырова. [Электронный
ресурс] / Уфимск. ун-т науки и технологий. – Уфа: РИЦ УУНиТ, 2024. – 340 с. –
URL: <https://uust.ru/digital-publications/2024/137.pdf> – Загл. с титула экрана.**

ISBN 978-5-7477-5937-4

Сборник научных трудов продолжает традицию публикаций по проблемам обеспечения безопасности и решения экологических проблем. В его статьях рассматриваются как техногенные угрозы, так и экологические опасности. Расширяется тематика исследований, представлены работы, посвященные ESG-трансформации компаний различных секторов экономики в условиях природных и техногенных рисков, в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» – «ESG-модели роста новых экотерриторий».

Традиционно он включает работы известных ученых России и Зарубежья.

Материалы сборника предназначены для научных и практических работников в области безопасности, преподавателей, аспирантов и студентов.

УДК 502/504+658.382.3
ББК 20.18+30н

ISBN 978-5-7477-5937-4

© УУНиТ, 2024

ОТ ОРГКОМИТЕТА КОНФЕРЕНЦИИ

XXI Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, производство для противодействия техногенным угрозам и решения экологических проблем» (Техносферная безопасность-2024) является продолжением двух многолетних конференций «Наука, образование, производство в решении экологических проблем» (Экология) и «Проблемы обеспечения безопасности» (Безопасность) и ориентирована на приоритетные направления Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

На конференцию поступило более 70 работ из 30 различных университетов и ведомственных учреждений РФ, а также ближнего и дальнего зарубежья. В этом году конференция проводится в рамках программы «Приоритет-2030».

Уфимский университет науки и технологий – единственный вуз в Республике Башкортостан, где реализуются два флагманских проекта Министерства науки и высшего образования РФ: «Приоритет-2030» и «Передовые инженерные школы». В рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в Уфимском университете реализуются шесть стратегических проектов, каждый из которых решает актуальные задачи в разных областях и играет важную роль в развитии научного потенциала региона и страны, в их числе «ESG-модели роста новых экотерриторий», направленный на производство идеологии, которая сможет обусловить устойчивое развитие территорий и построить жизненную траекторию молодого поколения. Один из проектов «Разработка материалов и технологий обеспечения безопасности антропогенно-нарушенных территорий (в т.ч. с использованием подходов фитоменеджмента)», реализуемый Институтом химии и ЗЧС, направлен на достижение углеродной нейтральности региона, путем трансформации антропогенно-нарушенных территорий в экотерритории и разработки безуглеродных материалов.

Участники конференции считают:

- для решения проблем безопасности необходимо тесное сотрудничество органов государственной власти, органов надзора, предприятий, научных и образовательных учреждений и общественных организаций;
- необходимой интенсификацию сотрудничества в Евразийском пространстве при разработке критериев безопасности для контроля и управления процессами обеспечения защиты;
- расширить направления конференции в соответствии с Концепцией технологического развития РФ на период до 2030 года в рамках сквозной технологии «Технологии снижения антропогенного воздействия»;
- необходимым издать и широко растиражировать материалы конференции;
- необходимым провести конференцию в 2025 году XXII Международную научно-практическую конференцию «Наука, образование, производство для противодействия техногенным угрозам и решения экологических проблем» (Техносферная безопасность-2025).

Оргкомитет конференции «Техносферная безопасность-2024»

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ТЕХНОГЕННЫЕ УГРОЗЫ

1.1. ТЕХНОГЕННЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

ГЕВОРГЯН В.М., НИКОЛАЙКИН Н.И., ШАРОВ В.Д. Критерии формирования инженерно-технических бригад для технического обслуживания перспективных воздушных судов.....	10
ЛЯПОТА Т.Л. О системных мерах безопасности при эксплуатации гидротехнических сооружений.....	14
ХАЗИПОВА В.В., КИПРЯ А.В., МНУСКИНА Ю.В. Экологический след военного конфликта на Донбассе.....	20
РУХЛИНСКИЙ В.М., МОЛОТОВНИК А.С., ХАУСТОВ А.А. Анализ рисков аварийно-спасательной и противопожарной службы аэродрома на основе непараметрических байесовских сетей.....	25
ФЕДОСОВ В.А., ТАРАКАНОВ Дм.А., МАЛОФЕЕВ Р.Е. Анализ причин и последствий техногенных катастроф, связанных с атомными электростанциями.....	32
ТРОФИМОВ А.Б., ИВАНСКАЯ Н.Н., СЕЛЕЗНЕВ А.В. К вопросу подготовки авиационных специалистов в области техногенных чрезвычайных ситуаций.....	38
ЛИВМАНИС Д.А. К вопросу о безопасности работы бариста.....	44

1.2. ТЕХНОГЕННЫЕ УГРОЗЫ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

АХТЯМОВ Р.Г. ШАПОШНИКОВ А.С., АХМЕТОВА В.А. Сценарии адаптации транспортной инфраструктуры к условиям меняющегося климата.....	48
ТКАЧЕНКО Ю.А., ПОЛЕВОЙ Е.В., ТКАЧЕНКО П.Н. Оценка мультиколлинеарности между факторами образования ледовых заторов.....	53
АХТЯМОВ Р.Г. ШАПОШНИКОВ А.С. Подземное геологическое хранение уловленного углекислого газа.....	56
АХТЯМОВ Р.Г. ШАПОШНИКОВ А.С. Совершенствование мер адаптации к изменению климата объектов транспортной инфраструктуры.....	61

1.3. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

АРТАМОНОВ К.А. Производственный травматизм на перроне аэропорта.....	67
ЧАЙКА В.А. Травматизм авиатехников в гражданской авиации.....	72
ТАРАКАНОВ Дм.А., МАЛОФЕЕВ Р.Е., ФЕДОСОВ В.А. Анализ динамики лесных пожаров на территории Республики Башкортостан.....	77

НАФИКОВА А.В., ТЕРПИГОРЕВА И.В. Профессиональные заболевания и источники заболеваний работников гальванического цеха.....	81
1.4. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	
ФИРСОВ А.Г., НАДТОЧИЙ О.В., ЗАГУМЕННОВА М.В. Пожарная опасность музейных комплексов Российской Федерации.....	87
БИЛАЛОВ И.А., ТАРАКАНОВ Дм.А., МАЛОФЕЕВ Р.Е. Анализ современного состояния проблемы лесных пожаров в Российской Федерации.....	93
СИБИРКО В.И., ФИРСОВ А.Г., НАДТОЧИЙ О.В. Музеи России: статистика пожаров и их последствий, пожарные риски, система пожарной защиты.....	96
ВИЛИСОВ В.Я., ВИЛИСОВА А.В., ТРУХИН А.Д., ДАЙНС А.С. Ретроспективная идентификация стохастической модели рангов пожаров на основе кластерного анализа.....	102
МАЛЫШЕВА Е.М., ЕЛИЗАРЬЕВ А.Н. Обзор труб, применяемых в системах автоматического пожаротушения.....	106
ВИЛИСОВ В.Я., ВИЛИСОВА А.В., КОЗЫРЕВ А.Г. Машинное обучение марковской цепи, моделирующей процесс ликвидации пожара	110
МАЛОФЕЕВ Р.Е., ГИЛЕВА З.В., ТАРАКАНОВ Д.А. Особенности обеспечения безопасности пожарных при тушении пожара в резервуарном парке.....	117
ВИЛИСОВ В.Я., РОМАНОВ Р.С., АБРАМОВА А.И., РЫБАКОВ К.И. Об экспертной системе для определения рангов пожаров по их регистраемым признакам.....	123
МАЛЫШЕВА Е.М., ГАРДАНОВА Е.В. Анализ пожаров в городах по видам объектов.....	128
1.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧС	
ШИЛО А.А., ГАЛЮЖИН А.С. Искусственный интеллект как основа программного обеспечения для прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций.....	133
МАЙОРОВ А.Д., СТАРКОВ Е.Ю. Проблемы подготовки специалистов по работе с полётной информацией.....	138
1.6. ИНФОРМАЦИОННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	
ЧАН Ф.Т., ЧАН Н.М. Внутренние проблемы и угрозы для экономической безопасности государства.....	145

ЕРМАКОВА В.А., ТИТОВЕЦ А.Ю. Экономическая безопасность кредитной организации: информационная составляющая.....	151
ЗВЕРЕВА В.В., ТИТОВЕЦ А.Ю. Экономическая безопасность телекоммуникационной организации: оценка информационной составляющей.....	157
АРКАДЬЕВА О.Г., ВАСЮКОВА А.М. Угрозы безопасности персональных финансовых данных.....	162
СЕКЦИЯ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ	
2.1. МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
ШУКАТОВА Ж.К., БАЛАКИРЕВА С.В. Изучение действия нефтяных топлив на водные биологические объекты. Определение потенциального ущерба.....	169
ЛАВРОВА Т.В., ХАРЬКОВА А.С. Формирование рецепторной системы на основе тирозиназы и редокс- активного полимера для мониторинга содержания фенольных токсикантов в воде.....	175
ВАСИЛЬЕВА В.В. Экологические проблемы при строительстве аэропортов в зоне вечной мерзлоты.....	179
ШУКАТОВА Ж.К., БАЛАКИРЕВА С.В. Биоиндикация почвы многотопливной автозаправочной станции в условиях техногенной нагрузки промышленного города.....	183
МАРТЫНОВА А.Д., НАСЫРОВА Э.С. Мониторинг зоны контроля ФГУП «Радон» в Республике Башкортостан.....	189
ХАСАНОВА Л.Н., МУСИНА С.А. Литературный обзор исследований содержания пестицидов в рыбных ресурсах и выявление приоритетных направлений развития проблематики.....	193
КАЛЬСИН Н.А. Тополь как элемент урбосистемы.....	199
СКУРАТОВА П.Н., МУСИНА С.А. Анализ актуальности и выявление трендов исследований влияния пестицидов на макробеспозвоночных.....	204
НАФИКОВА Э.В., АЛЕКСАНДРОВ Д.В., ТЮРИН М.А. Разработка технологии получения сорбента на основе биоугля и микоризы для удаления нефтяных загрязнений.....	210
НУРУТДИНОВ А.А., ЯМАЛЕТДИНОВА К.Ш., ТАГИРОВ И.И. Обнаружение утечек на объектах магистральных трубопроводов с использованием беспилотных летательных аппаратов.....	214

2.2. РАЦИОНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

ЕЛИЗАРЬЕВА Е.Н.

Природные источники хитина и хитозана..... 218

2.3. ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ

АПАНАСЮК О.Н, СКОРОБОГАТОВ А.М.

Создание репозитория архивных документов департамента финансов
Калужской области, связанных с преодолением последствий аварии на
Чернобыльской АЭС в Калужской области в 1990-1993 гг..... 223

ДАНИЛОВ А.Д.

Опыт борьбы с авиационным шумом..... 229

ГАЛИНА Э.И., НАСЫРОВА Э.С.

Современные аспекты проектирования санитарно-защитных зон
промышленных предприятий..... 234

2.4. ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

БЕЛЕЦАН С.А., ДОРОНКИНА И.Г.

Применение методов зеленой химии для анализа пищевых продуктов... 238

КВЯТКОВСКАЯ А.С., САБУРОВА Ю.Б., МЮЛЛЕР В.А.

Исследование возможности утилизации никель-кобальтовых шламов
путем извлечения металлических никеля и кобальта методом
электролиза..... 242

ШАХТАРИН Д.К., ЛУКАШЕВИЧ О.А., НЕЧАЕВ М.С.

Влияние внедрения концепции свободной маршрутизации (FRA) на
окружающую среду..... 245

КВЯТКОВСКАЯ А.С., САБУРОВА Ю.Б.

Определение скорости коррозии титановых сплавов ВТ6, ВТ14..... 251

ШАРИПОВА Л.Д., БИЖАНОВА Г.Г., ГАРЕЕВ И.А, ЛЕБЕДЕВ К.О.

Вольтамперометрический «НОС» для характеризации уровней
экологической безопасности воздуха жилых зон..... 255

ГИЛЕВА З.В, ФЕДОСОВ В.А., ТАРАКАНОВ Д.А.

Рекомендации по применению альтернативной энергетики на
территории Республики Башкортостан..... 261

КАРГАБАЕВА Д.Т.

Пути и особенности определения синтетических красителей
безалкогольных напитков..... 266

2.5. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА И ВОДЫ

КИПРЯ А.В., ХАЗИПОВА В.В., ВОРОНЬКО Д.С.

Современные подходы к рациональному использованию водных
ресурсов..... 271

МУНЗАРОВА А.Р., НАСЫРОВА Э.С. Загрязнение сточных вод антибиотиками: современное состояние проблемы.....	276
ТУКАЛЬСКАЯ Е.В., КУСОВА И.В. Метод очистки воздуха судоремонтного завода от летучих органических соединений.....	279
ШАЯХМЕТОВА А.Б., КУСОВА И.В. Снижение негативного воздействия производства однокомпонентного полиуретанового клея на окружающую среду.....	286
АХМЕТОВА Э.Т., КУСОВА И.В. Анализ технологий отрицательных выбросов.....	291
2.6. УТИЛИЗАЦИЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ	
ХАСАНОВА К.О., КОСТРЮКОВА Н.В. Мероприятия по утилизации бурового шлама.....	297
ИСМАГИЛОВА И.А., МУСИНА С.А. Усовершенствование технологии обезвоживания скопа сточных вод для снижения воздействия целлюлозно-бумажного комбината на окружающую среду.....	301
ТЮТИНА А.Д. Применение отходов морепродуктов и аквакультуры в строительстве...	308
МЕЛЬНИКОВА А.С., КОСТРЮКОВА Н.В. Анализ методов инновационной переработки свекловичного жома с целью получения ценных компонентов.....	314
САФИНА А.Р., ТЕРПИГОРЕВА И.В. Анализ методов утилизации гальванического шлама.....	318
МЕЛЬНИКОВА А.С., КОСТРЮКОВА Н.В. Оценка количества образования отходов литий-ионных аккумуляторов на примере сервисного центра в городе Уфа.....	322
КАЛЬСИН Н.А. Технические средства измельчения растительных материалов.....	327
НУГМАН М.К., ЛАВРИЩЕВ О.А., ОНАЛБЕКОВ Е.С. Экологическая эффективность переработки биомассы в плазменном реакторе.....	331
СЕКЦИЯ 3. ESG-ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ	
ОНАЛБЕКОВ Е.С., НУГМАН М.К. Создание подходов для усовершенствования системы критериев с целью вознаграждения сотрудников через материальное стимулирование в контексте природных и техногенных угроз.....	337

СЕКЦИЯ 1. ТЕХНОГЕННЫЕ УГРОЗЫ

1.1. ТЕХНОГЕННЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

УДК 656.7

Геворгян В.М., Николайкин Н.И., Шаров В.Д.

Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА), г. Москва, Российская Федерация
e-mail: vaganmaratovi4@mail.ru

КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ БРИГАД ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Аннотация. Среди многих вызовов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией перспективных воздушных судов (ВС) важное место занимает проблема обеспечения безопасности полетов. В гражданской авиации технический персонал берет на себя ответственность за то, чтобы быть надежным работником в команде и обеспечивать безопасность друг друга в частности, и обеспечить безопасности полетов в целом. Исследования в области технического обслуживания и ремонта воздушных судов показали важность командной работы в условиях технического обслуживания (ТО) самолетов. Необходимо стремиться к снижению влияния личностных характеристик и особенностей каждого работника по ТО на работу технической бригады, что в свою очередь будет повышать качество выполненных работ, а также обеспечивать безопасность.

Ключевые слова: командная работа, безопасности полетов, техническое обслуживание и ремонт, сверхзвуковой гражданский самолет (СГС), управление ресурсами экипажа

Gevorgian V.M., Nikolaykin N.I., Sharov V.D.

Moscow State Technical University of Civil Aviation (MSTU CA), Moscow, Russian Federation

CRITERIA FOR THE FORMATION OF ENGINEERING AND TECHNICAL TEAMS FOR THE MAINTENANCE OF PROMISING AIRCRAFT

Abstract. Among the many challenges associated with the design, manufacture and operation of promising aircraft, the problem of flight safety occupies an important place. In civil aviation, technical personnel take responsibility for being a reliable employee in a team and ensuring the safety of each other in particular, and ensuring flight safety in general. Research in the field of aircraft maintenance and repair has shown the importance of teamwork in aircraft maintenance (maintenance) conditions. It is necessary to strive to reduce the influence of the personal characteristics and

characteristics of each maintenance worker on the work of the technical team, which in turn will improve the quality of the work performed, as well as ensure safety.

Key words: teamwork, flight safety, maintenance, the Supersonic Transport (SST), Crew Resource Management (CRM)

Командная работа – это достаточно часто встречающийся в авиационной отрасли термин. Работа в команде имеет большое значение для безопасности полетов (БП). Техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р) воздушных судов (ВС) – яркий пример командной работы, где работники находятся в одном месте и выполняют различные виды работ в усложненных условиях. Отсутствие командной работы может иметь серьезные последствия для безопасности. В авиации работа технического персонала не напрямую влияет на другой персонал, так как основные агрегаты и силовые элементы в ВС скрыты под фюзеляжем. От своевременности выполненных оперативных и плановых работ напрямую зависит регулярность авиаперелетов, поэтому технический персонал – один из основных звеньев авиатранспортной системы во все времена существования авиации. Надежный член команды – это основа безопасности, а если имеет место слаженность командной работы, то она и играет ключевую роль в обеспечении БП.

Таким образом, в гражданской авиации (ГА) технический персонал берет на себя ответственность за то, чтобы быть надежным работником в команде и обеспечивать безопасность друг друга в частности, и обеспечить БП в целом. Если сотрудник по ТО и Р работает в вакууме, не заботясь об успехе, в целом, команды (то есть бригады на смене), то это способствует созданию небезопасных условий. Ради общей безопасности в цеху по ТО и Р крайне важно, чтобы техперсонал работал вместе в бригаде для обеспечения безопасности всего персонала и системы в целом. Исследования в области ТО и Р ВС [1] показали важность командной работы в условиях технического обслуживания самолетов.

В настоящее время идет активная разработка сверхзвуковых гражданских самолетов (СГС), как за рубежом, так и в России. Существует большое количество проектов и вариантов создания СГС. Рассматривается вопрос создания гражданской версии сверхзвукового стратегического бомбардировщика-ракетоносца Ту-160М [2], частная американская компания Boom Supersonic, разрабатывает сверхзвуковой пассажирский авиалайнер Overture [3], NASA и Lockheed Martin Skunk Works назначили официальную выкатку на 2024 год полностью готового сверхзвукового демонстратора Lockheed Martin X-59 Quiet SuperSonic Technology (QueSST) [4].

Создание СГС актуально, так как скорость является важнейшим

преимуществом авиации перед другими видами транспорта и повышение скорости авиаперевозок всегда рассматривалось как одно из важных задач авиационной науки и техники.

Как отмечено в статье [5], после научно-технического анализа рыночных перспектив СГС в Российской Федерации и за рубежом, включая анализ состояния нормативных ограничений и требований к СГС, были выявлены три основных рыночных сегмента для будущего СГС:

1. Сверхзвуковые деловые самолеты для частного и корпоративного применения.
2. Сверхзвуковые специальные самолеты для использования в интересах органов государственной власти.
3. Сверхзвуковые пассажирские самолеты для использования на регулярных воздушных линиях.

Авторы статьи делают вывод о том, что совокупный спрос на СГС в Российской Федерации на рубеже 2035 г. будет составлять примерно 35-50 воздушных судов (ВС) с возможностью их продаж в зарубежные авиакомпании до 200 ВС.

Таким образом, складывается новый рынок авиаперевозок, который требует подготовки различных авиационных специалистов в целом и, в частности, инженерно-технические бригады, которые должны уметь справляться с новыми факторами риска, связанными с операционной деятельностью СГС.

Также исследования в области ТО и Р ВС [1] также определили список часто повторяющихся проблем при выполнении работ:

- неправильная установка компонентов ВС;
- подгонка неподходящих деталей;
- ошибки в подключение электропроводки;
- незакрепленные компоненты ВС;
- забытые инструменты в агрегатах ВС;
- недостаточная смазка элементов ВС;
- пины шасси, не снятые перед вылетом.

Важность командной работы при обслуживании перспективных ВС трудно переоценить. По мере усложнения самолетов и их систем все больший акцент делается на технические специальности. Неудачной параллельной тенденцией является организация технических специалистов в разные отделы, что, как правило, препятствует командной работе и общению.

Совершенствование командной работы в кабине пилота стало предметом изучения в последние годы. В результате данных исследований сформированы учебные программы «Crew Resource Management» (CRM) – Управление

ресурсами экипажа [6]. Очевидным фактом стало то, что уровень безопасности напрямую зависит от качества взаимодействия экипажей в кабине пилота. Экипаж должен выступать в качестве интегрированной команды, а не группы людей, которые выполняют независимые действия. Такой же вывод можно было бы сделать и в области ТО и Р ВС.

Зарубежный опыт показывает, что авиакомпании уже уделяют CRM достаточное внимание, а именно проводят обучение и вовлекают сотрудников в изучение разработанных программ. Конечно, отечественные авиакомпании тоже рассказывают о важности человеческого фактора (ЧФ) в сфере авиации в рамках подготовки персонала, однако этого недостаточно. Программы делают упор на качествах членов экипажа, которые способствуют улучшению командной работы. Лидерские способности, напористость, принятие важных решений, а также управление стрессом – эти навыки разбираются в тренингах по подготовке будущих пилотов.

Исследования показывают [7], что данные тренинги улучшают важные операционные показатели, такие как своевременность вылета и уменьшение количества производственных травм, после проведения специально разработанного обучения CRM для своего техперсонала.

Специалисты ТО и Р должны знать свои должностные инструкции и понимать обязанности коллег, которые участвуют в работе по обслуживанию ВС. Это необходимо для того, чтобы привлечь к командной работе тех техников, которые привыкли работать индивидуально и отдельно. Необходимо проводить тренинги на методы группового принятия решений, развитие навыков межличностного общения и работы с другими командами. Каждый член команды должен научиться взять на себя обязанности другого, если эти обязанности и виды работ похожие, чтобы заменить отсутствующих членов команды. Таким образом, производительность команды не будет чрезмерно снижена, если член команды не сможет выполнять свою работу.

Такой подход может усилить командную работу, но необходимо первично установить и учитывать критерии, которые могут положительно сказаться на работе инженерно-технических бригад на стадии формирования. А для ТО и Р перспективных ВС, таких как СГС, современные подходы к работе повысят БП, так как необходимо учитывать более широкий перечень факторов опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CAP 718 – Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection (previously ICAO Digest №. 12), 2002. 51 p.
2. «Авиатранспортное обозрение» (АТО) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ato.ru/content/putin-predlozhit-sozdat-grazhdanskuyu-versiyu-tu-160>.

3. Boom Supersonic [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://boomsupersonic.com>.
4. Quesst: The Vehicle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nasa.gov/quesst-the-vehicle/>.
5. Шапкин В.С., Пухов А.А. Современные факторы создания сверхзвукового гражданского самолета нового поколения // Авиасоюз. 2022. № 3/4 (90). С. 4-9.
6. ICAO Human Factors Digest №. 2 — Flight Crew Training: Cockpit Resource Management (CRM) and Line-Oriented Flight Training (LOFT) (Circular 217).
7. Robertson M., Taylor J., Stelly J., Wagner R. Maintenance CRM Training. Assertiveness attitudes effect on maintenance performance in a matched sample. WEAAP Conference. Dublin. 1994.

© Геворгян В.М., Николайкин Н.И., Шаров В.Д., 2024

УДК 626

Ляпота Т.Л.

Южно-Российский Государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Российская Федерация
e-mail: taras_III@mail.ru

О СИСТЕМНЫХ МЕРАХ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. В статье поднимаются проблемы безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений, нарушения в работе которых нередко становятся причинами чрезвычайных ситуаций. Анализируются причины, приводящие к возникновению чрезвычайных ситуаций. Рассматриваются системные меры, позволяющие предотвратить сбои и аварии на гидротехнических сооружениях, обеспечивая их эксплуатационную надежность.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, безопасность, эксплуатация, плотина, наблюдение, нарушение

Lyapota T.L.

FSBEI HE Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk,
Russian Federation

ABOUT SYSTEM SAFETY MEASURES DURING OPERATION HYDRAULIC STRUCTURES

Abstract. The article raises the problems of safe operation of hydraulic structures, disruptions in the operation of which often become causes of emergency situations. The reasons leading to the occurrence of emergency situations are analyzed. System measures are being considered to prevent failures and accidents at hydraulic structures, ensuring their operational reliability.

Key words: hydraulic structure, safety, operation, dam, observation, violation

На протяжении всего периода существования человечество постоянно сталкивалось с весьма неравномерным (избытком или недостатком) распределением пресной воды практически во всех регионах земного шара. Чтобы обеспечить свою жизнедеятельность достаточным количеством водных ресурсов потребовалось ее перераспределение как в пространстве, так и во времени, с помощью строительства различного рода аккумулирующих, водопроводящих, подпорных, регулирующих и других сооружений. Так как данные сооружения или их элементы находятся в постоянном или периодическом контакте с водной средой, то их называют гидротехническими. При современном уровне развития цивилизации существование более или менее крупных населенных пунктов, промышленных, научных и сельскохозяйственных объектов, прочей инфраструктуры невозможно без надежного и нормального функционирования гидротехнических сооружений. Даже относительно кратковременные нарушения в их работе приводят к очень серьезным последствиям для населения и его хозяйственной деятельности [1].

Поэтому, чтобы предотвратить возникновение нештатных и тем более катастрофических разрушительных последствий должны быть выработаны системные научные подходы в целях достижения безопасности гидротехнических сооружений в ходе их эксплуатации.

Для обеспечения поставленной цели следует решить ряд задач, относящихся к эксплуатации гидротехнических сооружений:

- целесообразное и экономически обоснованное управление расходами и уровнями воды для достижения нормального бесперебойного их функционирования с обеспечением безопасности в течение запроектированного срока службы;

- своевременное и корректное обслуживание, контроль, выявление и ликвидация дефектов, нарушений и поломок – основная задача технической эксплуатации;

- поддержание эксплуатационных параметров и свойств сооружений (рассчитаны на долгосрочный период работы) в связи с изменяющимися условиями: возможно, как изменение природно-климатических условий в регионе, так и изменение (как правило, увеличение) в потребностях хозяйственной деятельности (рост потребления энергоресурсов, объемов воды и т. п.), то есть возможность реконструкции гидротехнического объекта.

Рассмотрим основные виды нарушений, приводящие к сбоям в работе гидротехнических сооружений. Часто причиной аварийных происшествий на гидротехнических сооружениях и задающей уровень безопасности эксплуатации и функционирования гидроузлов является отсутствие возможности и нарушение условий пропуска поступающих паводковых расходов. Это основная причина, приводящая к аварии плотин гидроузлов. Перелив воды через гребень – причина четверти всего количества аварий плотин. Из них двадцать пять процентов приходится на плотины из грунтовых материалов и двенадцать процентов – на плотины бетонные [2].

В свою очередь, данный вид нарушения обуславливается причинами:

- пропускаемые паводковые расходы превышают их расчетные, предусмотренные проектом значения;

- недостаточная разность отметок гребня плотины и отметки форсированного подпорного уровня воды;

- некомпетентность при эксплуатации гидросооружений или некорректность соответствующего проекта.

Например, отмечаются паводки весьма низкой обеспеченности. В результате одного из них наибольший расход (700 м³/с) превысил расчетный в 1,75 раза (плотина Зербино, Италия) [3]. Образование прорана в плотине и смыв двух затворов Невинномысского гидроузла в 2002 году катастрофическим расходом (более 4000 м³/с) превышающим расчетный максимальный расход в 1,34 раза [3].

Не функционирующее должным образом механическое оборудование гидротехнических сооружений – еще одна, часто наблюдаемая причина перелива через гребень плотины. Известно о катастрофе на гидроузле Мачху в Индии, где не была открыта шестая часть, из восемнадцати имеющихся, затворов сооружения, а паводковый расход (почти 14000 м³/с) превышал расчетные возможности сооружения в 2,3 раза. Разрушение плотины стало причиной гибели почти двух тысяч человек. К сожалению, имеются и другие случаи. Среди

таковых отсутствие электроснабжения, отказ оборудования для маневрирования затворами по причине несовершенства прогноза паводка, несовершенство проекта, средств связи, и другие причины [2].

Обобщая причины, по которым нарушается нормальное функционирование гидротехнических сооружений, можно привести следующие:

- низкое качество строительных работ и их несоответствие проекту;
- неверный анализ природных условий, факторов и данных, а также других внешних воздействий проектом;
- снижение, заложенных проектом расчетных характеристик и свойств, в следствие износа сооружений и их механического оборудования;
- не учет проектом чрезвычайных воздействий (паводок, ледоход, землетрясение);
- некомпетентность и непрофессионализм в вопросах эксплуатации сооружения (несвоевременное или ошибочное маневрирование затворами, ненадлежащий уход и обслуживание механического оборудования и другие работы, связанные с его нормальным функционированием).

Таким образом, причины нарушения нормального функционирования гидротехнических сооружений можно разделить на две категории:

- 1) несущественные, приводящие к незначительным отклонениям в работе;
- 2) существенные, приводящие к значительным отклонениям в работе (частичное или полное нарушение функционирование сооружения).

Нарушения, относящиеся к первой категории, вызываются незначительными повреждениями покрытий и облицовок, малыми и непродолжительными фильтрациями и осадками сооружения, локальными отложениями наносов и размывами, а также другими причинами. Данные нарушения устраняются сравнительно просто, с точки зрения производства работ. Характерно, что при своевременном их устранении, они не сказываются на работе сооружения. Однако, оставленные без должного внимания несущественные нарушения продолжают накапливаться и через некоторое время вызовут негативные изменения уже в капитальных элементах гидросооружения (те же размывы, увеличивающиеся трещины, осадки и др.). То есть, их уже следует относить к нарушениям второй категории.

Существенные нарушения, как уже отмечалось, приводят к частичному или полному нарушению в работе сооружения и могут вызвать катастрофические последствия (аварии). Таковыми являются разрушение основания и фундамента (флутбета) в результате подмыва плотины, возможный прорыв плотины из-за интенсивного фильтрационного расхода через тело плотины, который вымывает слагающий ее материал, фильтрация в обход плотины, значительные смещения

опорных конструкций (устоев) не позволяющие вообще или должным образом маневрировать затворами и проч.

В связи с выше изложенным, выделяют два ряда мер, направленных на поддержание работоспособности гидротехнических сооружений [4,5]:

1) позволяющие исключить возможные сбои в процессе эксплуатации (пусковые испытания на стадии приемки в эксплуатацию, контроль текущего состояния, соблюдение принятых требований по пропуску через сооружение расчетных объемов);

2) позволяющие устранить возникшие нарушения в работе или целостности конструкции (текущие и капитальные ремонтные работы, капитальные работы по реконструкции объекта, вызванные изменившимися требованиями к работе гидротехнического сооружения).

Рассмотрим меры, направленные на исключение возможных сбоев при работе гидротехнических сооружений.

На этапе приема в эксплуатацию возведенных гидротехнических сооружений в обязательном порядке осуществляется их осмотр на соответствие требованиям проектной документации (составляются акты технического контроля) и пусковые испытания. В ходе возведения сооружения надзор за соответствием проектной документации качества выполняемых работ осуществляется техническими контролерами и специалистами проектной организации [4,5]. В ходе испытательных мероприятий сооружение подвергают воздействию расчетных, предусмотренных проектом воздействий: устанавливаются требуемые напоры и уровни воды, пропускаются необходимые расходы, проверяется способность сооружения в целом и механического оборудования в частности, управлять всеми предусмотренными параметрами водного потока. По итогам испытательных мероприятий формируется перечень нарушений и несоответствий проекту, подлежащих устранению. Окончательный прием в эксплуатацию оформляется в виде специального акта.

Другим фактором, который в большинстве случаев позволяет добиться безаварийной работы объекта является следование эксплуатационным персоналом инструкциям, правилам и указаниям по обслуживанию и порядку работы на рассматриваемом объекте. Поэтому знание работниками упомянутых нормативных документов весьма важно и подлежит периодической проверке. Положения инструкций должны включать все виды работ на объекте: от контроля за его текущей работой, обслуживанием механического оборудования и последовательности операций при управлении затворами до действий в особо ответственные периоды, то есть во время паводков и ледоходов. Помимо этого, разработчики проекта оформляют в виде приложения к нему специальные

технические инструкции, в которых оговариваются предусмотренные режимы эксплуатации сооружения: порядок маневрирования затворами, чтобы предотвратить повреждения нижнего бьефа; предельно допустимые параметры водного потока через сооружение; допускаемые нагрузки на различное оборудование и др. На протяжении срока службы сооружения вся информация о результатах его контрольных осмотров, нарушениях в работе, выполненных ремонтных работах или вносимых изменениях в конструкцию должна заноситься в обязательном порядке в паспорт сооружения. Данный документ является основным документом, содержащим полную информацию о состоянии гидротехнического сооружения.

Еще одна мера, по упреждению возможных аварийных ситуаций в работе гидротехнических сооружений заключается в систематическом контроле их работоспособности [4, 5]. С этой целью на гидротехнических сооружениях, входящих в состав гидротехнических узлов, на постоянной основе должны проводиться наблюдения за следующими параметрами и процессами:

- уровни воды в обоих бьефах сооружения, в других точках гидроузла (водохранилище, каналы и др.);
- состояние запорного и другого механического оборудования;
- проходящие через водопропускные конструкции и сооружения расходы воды, кривая спада в нижних бьефах, так как с течением времени происходит понижение русла;
- размывание дна и берегов у сооружения в обоих бьефах;
- разрушение и истирание покрытий и креплений различных поверхностей сооружения;
- накопление донных наносов, появление сорной растительности;
- объемы фильтрационного потока через тело и основание сооружения;
- образование в бетонных элементах конструкций трещин и связанные с этим объемы фильтрации;
- деформации и осадки как отдельных конструктивных частей, так и сооружения в целом;
- осыпание и оползни склонов и берегов в окрестностях сооружения;
- резкие перепады температуры бетонных конструкций сооружения.

По мимо систематического контроля, должен осуществляться дополнительный периодический контроль, связанный с прохождением весеннего ледохода и паводка, в целях подготовки к ним и оценки ущерба от подобной повышенной нагрузки на сооружение и ее механическое оборудование. Для напорных гидротехнических сооружений, которые функционируют более двадцати пяти лет следует проводить их комплексное обследование. Оно

проводится специализированными организациями, задачами которого является подтверждение прочности, жесткости, устойчивости и надежности конкретного гидротехнического сооружения.

Поэтому только постоянное и неукоснительное соблюдение мер по наблюдению и поддержанию работоспособности гидротехнических сооружений позволит добиться их безопасной и надежной эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС в августе 2009 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/20240219/zayavleniya-1928213366.html>.
2. Бобков С.Ф., Боярский В.М., Векслер А.Б., Шванштейн А.М. Основные факторы учета пропускной способности гидроузлов при декларации их безопасности // Гидротехническое строительство. 1999. № 4. С. 2-9.
3. Petaccia G., Lai C.G., Milazzo C., Natale L. The collapse of the Sella Zerbino gravity dam // Eng Geol. 2016. № 211. Pp. 39-49. DOI: 10.1016/j.enggeo.2016.06.024.
4. Гришин М.М. Гидротехнические сооружения. Часть 2: учебник / М.М. Гришин. М.: Высшая школа, 1979. 336 с.
5. Замарин Е.А. Гидротехнические сооружения: учебник / Е.А. Замарин, В.В. Фандеев. М.: Стройиздат, 1960. 624 с.

© Ляпота Т.Л., 2024

УДК 502.5

Хазипова В.В., Кипря А.В., Мнускина Ю.В.

ФГКОУ ВО «Донецкий институт государственной противопожарной службы МЧС России», г. Донецк, Российская Федерация
e-mail: vv_ekol@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД ВОЕННОГО КОНФЛИКТА НА ДОНБАССЕ

Аннотация. Приведены результаты влияния основных составляющих антропогенных факторов боевых действий на все компоненты биосферы в зоне проведения специальной военной операции. Полученные данные свидетельствуют о необходимости возобновления и обеспечения нормальной жизнедеятельности на территориях после окончания боевых действий.

Ключевые слова: конфликт, военные действия, реактивные снаряды, загрязняющие вещества, окружающая среда

Khazipova V.V., Kiprya A.V., Mnuskina Y.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donetsk Institute of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia»

THE ECOLOGICAL FOOTPRINT OF THE MILITARY CONFLICT IN DONBAS

Abstract. The results of the influence of the main components of anthropogenic factors of hostilities on all components of the biosphere in the zone of a special military operation are presented. The data obtained indicate the need to resume and ensure normal life in the territories after the end of hostilities.

Key words: conflict, military operations, rockets, pollutants, the environment

Донбасс – новый регион России с достаточно благоприятным климатом, где наблюдается высокое биоразнообразие растений. Весной в его степях расцветают несколько видов овсяницы, овсяницы овечьей и синеголовника, а также незабудки и желтый кресс-салат. Кроме того, он обладает богатыми запасами полезных ископаемых, среди которых месторождения каменной соли, гипса, цементного сырья, флюсовых известняков и доломитов, а также гранита и глины. Но Донбасс вряд ли славится своим биоразнообразием. На протяжении многих десятилетий он был одним из самых загрязненных регионов. В его почвах накапливались токсичные отходы от почти двухвековой интенсивной добычи угля, химической и металлургической промышленности. В экономике региона и по сей день преобладают угольная промышленность, машиностроение, металлообработка и производство строительных материалов. В Донбассе расположено более 5500 предприятий и организаций.

Значительная часть сельских земель Донбасса – 80 процентов пахотных земель контролируется сельскохозяйственными предприятиями и фермерскими хозяйствами.

Военный конфликт в Донецкой Народной Республике оказал воздействие на уровень и качество жизни населения, развитие экосистем. Боевые действия на территории Донбасса длятся более 12 лет. Основные причины конфликта включают политические, исторические, культурные и экономические факторы. Вот некоторые из ключевых аспектов: политические разногласия; исторические и культурные связи - население данного региона имеет тесные исторические и культурные связи с Россией, что способствовало возникновению различных мнений о будущем региона. С экономической точки зрения Донбасс является промышленным регионом, богатым ресурсами, что делает его стратегически важным субъектом. Однако это лишь общий обзор сложной ситуации, и для

полного понимания конфликта необходимо учитывать множество других факторов и точек зрения.

Боевые действия оказывают значительное влияние на биосферу, приводя к различным негативным последствиям. Вследствие чего оценка степени разрушения биосферы в результате военных действий на данном этапе актуальна.

Цель работы – проанализировать влияние военных действий на качество окружающей среды Донецкой Народной Республики.

Объект исследования – активные боевые действия на территории Республики.

По информации из компетентных источников [1], за время конфликта на Донбассе использовано около 27 млн. снарядов (примерно 1,5 млн. т) и около 400 млн. патронов (примерно 2500 т).

При бомбардировке и ведении земляных работ происходит разрушение экосистем, что проявляется в уничтожении мест обитания животных и растений.

Конфликт затронул, повредил или уничтожил экосистемы на площади не менее 530000 гектаров, включая 18 заповедников площадью 80000 гектаров. Кроме того, пострадали 150000 гектаров лесов, 12500 лесных пожаров полыхают в зоне военных действий и на прилегающих территории. Боевые действия оказали прямое механическое и химическое воздействие на деревья, включая осколочные повреждения коры, ветвей, верхушек, наземной растительности, ослабление или гибель отдельных деревьев и целых плантаций.

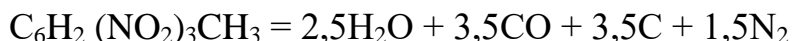
Зона военных действий также загрязнена неразорвавшимися боеприпасами, на ликвидацию которых могут уйти годы или десятилетия, судя по опыту других стран, таких как Босния и Герцеговина, Сербия и Македония.

Разрывающиеся реактивные снаряды оказывают значительное влияние на качество атмосферного воздуха. При взрыве снарядов выделяются различные токсичные газы, такие как оксиды азота (NO_x) и диоксид серы (SO_2), а также продукт неполного сгорания (CO), диоксид углерода (CO_2).

Концентрации оксидов азота (NO_x) и диоксида серы (SO_2), продукта неполного сгорания (CO), диоксида углерода (CO_2), образующиеся при взрывах, могут значительно варьироваться в зависимости от множества факторов, включая тип и количество используемой взрывчатки, условия взрыва и окружающую среду. Эти газы способны вызывать кратковременное, но значительное ухудшение качества воздуха в районе взрыва. Для оценки конкретных концентраций и последствий для окружающей среды и здоровья человека обычно требуются детальные исследования.

Оценим объем газообразных продуктов, которые могут образоваться в результате взрыва 1 кг тротила $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3$.

Уравнение взрывчатого разложения тротила имеет вид:



Объем газообразных продуктов, которые могут образоваться в результате взрыва 1 кг тротила $\text{C}_6\text{H}_2 (\text{NO}_2)_3\text{CH}_3$ рассчитываем исходя из уравнения реакции:

$$V_{\text{газ}} = \frac{22,4 \cdot (2,5 + 3,5 + 1,5)}{1 \cdot 227} = 0,74 \text{ м}^3$$

Объем монооксида углерода рассчитывается по уравнению реакции:

$$V_{\text{CO}} = \frac{22,4 \cdot 3,5}{1 \cdot 227} = 0,345 \text{ м}^3$$

Исходя из имеющихся данных [1], при взрыве 350 тыс. т взрывчатых веществ образуется 105 млн. м^3 чистого угарного газа. Так как предельно допустимая концентрация для отдельных компонентов, таких как CO, CO₂, SO₂, NO₂, находится на уровне 0,06-4 мг/м³, то необходимо «разбавление» еще на 6 порядков. Отсюда следует, что взрыв 350 тыс. т пороха образует условное газовое облако объемом 105 км³ с концентрацией загрязнений внутри облака больше величины предельно допустимой концентрации (ПДК) для приоритетных основных загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух в результате взрыва. Образующиеся при взрыве заряда газообразные продукты находятся под давлением 20-25 ГПа (200-250 тыс. атмосфер), нагреты до температуры порядка 3500-4000°C.

Взрывы «хаймеров», как и любые другие взрывы, могут привести к мгновенному высвобождению больших количеств NO_x и SO₂, но точные концентрации этих газов зависят от специфических условий каждого взрыва и требуют детального исследования.

Продолжающийся вооруженный конфликт – один из самых кровопролитных в Европе со времен Балканских войн 1990-х годов, наносит значительный ущерб не только атмосферному воздуху, но и гидросфере, литосфере. Для выявления особенностей негативного воздействия загрязняющих веществ, образующихся в результате взрывов, были взяты на анализ пробы почвы в местах ракетных ударов по территории Республики.

По ряду показателей, например, содержанию тяжелых металлов в почве, зафиксировано превышение естественного уровня, геофона, в 4 раза по железу,

в 11 раз по меди, в 14 раз по свинцу, в 6 раз по марганцу (рис. 1).

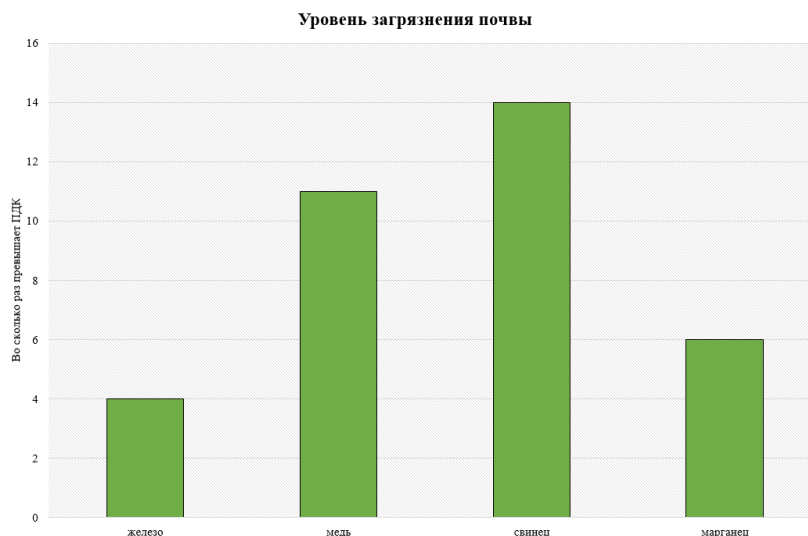


Рис. 1. Уровень загрязнения почвы вследствие нанесения ракетных ударов

В случае применения противником фосфорного оружия содержание фосфора в почве в пересчете на оксид фосфора превышает ПДК почти в 300 раз (рис. 2).

При поражении техники происходит ее возгорание, утечка топлива, возможный взрыв и разрушение. На диаграмме рис. 3 приведен уровень загрязнения почвы в районе горения поврежденной техники. Содержание углеводов превышают значения ПДК в 290 раз.

Уровень загрязнения почвы в районе применения фосфорного оружия

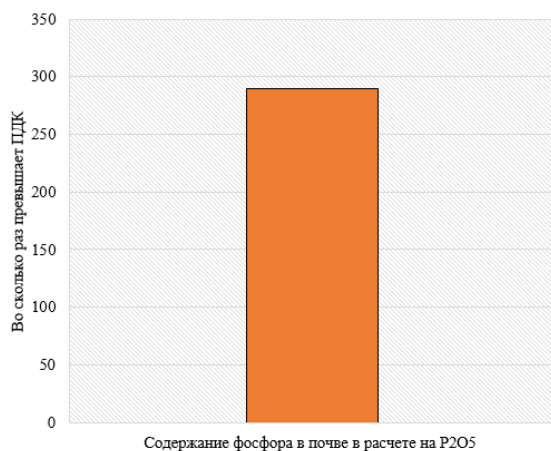


Рис. 2. Уровень загрязнения почвы

Уровень загрязнения почвы в районе горения поврежденной техники

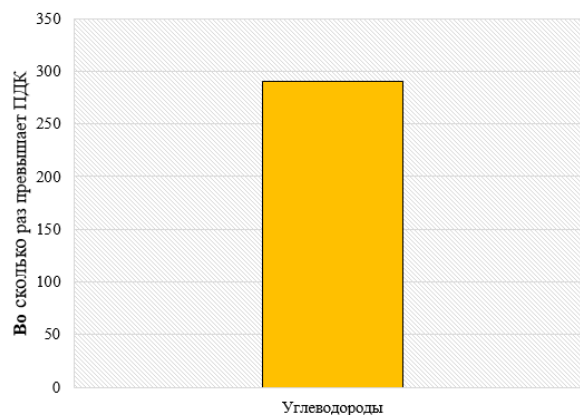


Рис. 3. Уровень загрязнения почвы

Длительные боевые действия – важнейший антропогенный фактор в

изменении экологического состояния региона, влияющий абсолютно на все сферы окружающей природной среды. Во время военных конфликтов происходит значительное загрязнение воздушной, водной и почвенной сред, что ведет к разрушению экосистем и негативно сказывается на здоровье человека. Постоянные обстрелы, взрывы и пожары приводят к уничтожению растительности, животного мира.

Для предотвращения дальнейшего ухудшения экологической ситуации в регионе необходимо прекратить боевые действия, заняться восстановлением поврежденных экосистем, проводить мониторинг загрязнений окружающей среды и принимать неотложные меры по их снижению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев К.К. Теория взрывчатых веществ / К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. М.: Оборонгиз, 1960. 595 с.

© Хазипова В.В., Кипря А.В., Мнускина Ю.В., 2024

УДК 625.717

Рухлинский В.М.¹, Молотовник А.С.², Хаустов А.А.³

¹Московский государственный технический университет гражданской авиации, г. Москва, Российская Федерация

²ООО «АЙ ФЛАЙ», г. Москва, Российская Федерация

³АО «Авиакомпания «Россия», г. Москва, Российская Федерация

e-mail: Anton.Molotovnik@iflyltd.ru

АНАЛИЗ РИСКОВ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ АЭРОДРОМА НА ОСНОВЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ БАЙЕСОВСКИХ СЕТЕЙ

Аннотация. В настоящей работе обсуждается применение непараметрические байесовские сети доверия (НПБС) для моделирования процесса противопожарное и аварийно – спасательное обеспечение полетов (ПАСОП) на основе накопленных статистических данных и экспертных оценок. Авторами были собраны, накоплены и обработаны данные об авиационных происшествиях (АП), произошедших в рабочей площади аэродрома, произошедших за период с 2007 по 2021 гг., при возникновении которых были задействованы процедуры ПАСОП. Рассматривается решение задачи по построению модели процесса ПАСОП, которая позволит прогнозированию развития возможно произошедших авиационных событий в рабочей площади аэродрома. Разработанная модель процесса ПАСОП позволяет дать количественную оценку факторам, влияющим на результативность процесса

ПАСОП и оценить степень вреда катастрофы, произошедшей в рабочей площади аэродрома.

Ключевые слова: безопасность полетов, противопожарное и аварийно – спасательное обеспечение полетов, непараметрические байесовские сети доверия

RISK ANALYSIS OF AN AERODROME RESCUE AND FIRE FIGHTING SERVICE BASED ON NON-PARAMETRIC BAYESIAN NETWORKS

Rukhlinkiy V.M.¹, Molotovnik A.S.², Khaustov A.A.³

¹Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

²LTD «I FLY», Moscow, Russian Federation

³«Rossiya airlines» JSC, Moscow, Russian Federation

Abstract. This paper discusses the use of non-parametric Bayesian belief networks for modeling the process of fire and rescue support of flights based on accumulated statistical data and expert assessments. The authors collected, accumulated and processed data on aviation accidents (hereinafter referred to as accidents) that occurred in the working area of the airfield, which occurred over the period from 2007 to 2021, in the event of which the Rescue and fire Fighting procedures were involved. We are considering a solution to the problem of constructing a model of the Rescue and fire Fighting process, which will make it possible to predict the development of possible aviation events in the working area of the airfield. The developed model of the Rescue and fire Fighting process makes it possible to quantify the factors influencing the effectiveness of the Rescue and fire Fighting process and assess the degree of harm of the disaster that occurred in the airfield working area.

Key words: flight safety, fire and emergency rescue support for flights, non-parametric Bayesian belief networks

Стандарты и рекомендуемая практика Международной ассоциации гражданской авиации предусматривают управление рисками для безопасности полетов (БП), связанными с эксплуатационной деятельностью конкретного поставщика авиационных услуг [1]. При этом для решения задачи выявления факторов опасности (ФО) и оценки рисков для БП рекомендуется применять предиктивные методы анализа данных о БП.

Предиктивный подход к управлению рисками для БП предполагает реализацию процесса предиктивного анализа данных о БП, позволяющего прогнозировать риски в области БП, связанные с ФО, для эксплуатации ВС.

В работах [2] продемонстрирована возможность использовать для выявления ФО и оценки рисков для БП байесовских сетей (БС).

Байесовская сеть (Bayesian network) – вероятностная модель, которая использует байесовский вывод на направленном ациклическом графе для вычисления вероятности. Наиболее популярной версией БС являются дискретные.

На уровень эффективности обеспечения БП оператора аэродрома значительное влияние оказывает деятельность службы противопожарного и аварийно-спасательного и обеспечения полетов (ПАСОП) [3,4]. Применение БС с дискретными переменными для моделирования процессов службы ПАСОП оператора аэродрома [5, 6], выявило затруднения, связанные с проведением экспертного опроса в части, количества данных, которые необходимо собрать.

Современные разработки теории БС упростили использование дискретных и непрерывных переменных в рамках единой сети [7]. Подобные сети чаще всего называют гибридными БС. В настоящей работе будет обсуждаться применение класса гибридных БС – непараметрические БС (НПБС). Авторы [7] отмечают, что само название НПБС не вполне уместно, однако, оно применяется для отражения того, что совместное распределение задается через частные (маргинальные) распределения, на которые не накладывается никаких ограничений, а структура зависимости задается посредством непараметрической меры связи.

В работе обсуждаются результаты применения НПБС для моделирования процесса (ПАСОП) на основе накопленных статистических данных и экспертных оценок.

Авторами были собраны, накоплены и обработаны данные об авиационных происшествиях (АП), произошедших в рабочей площади аэродрома, произошедших за период с 2007г. по 2021, при возникновении которых были задействованы процедуры ПАСОП [3, 5].

На основе собранных данных построен ациклический направленный граф (рис. 1).

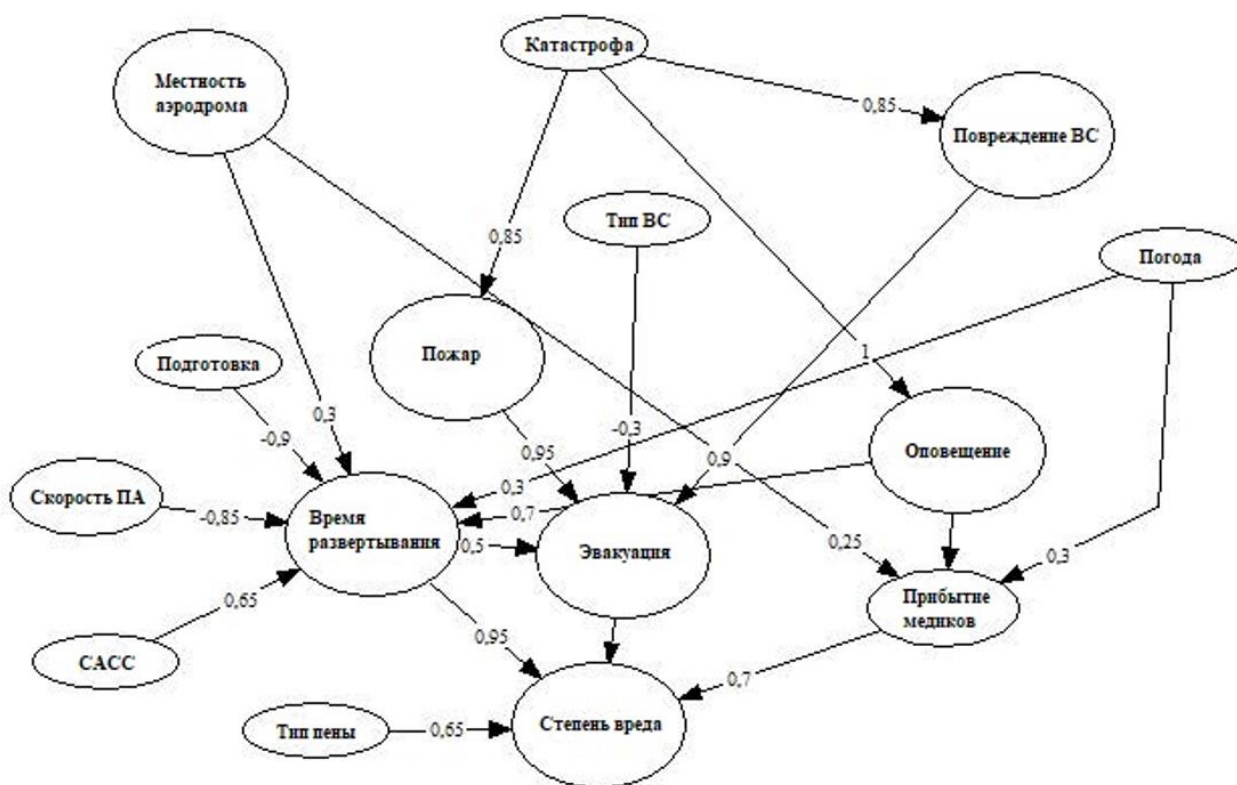


Рис. 1. Ациклический направленный граф модели процесса ПАСОП

Для построения модели процесса ПАСОП накопленные исходные данные были дополнены экспертными оценками взаимосвязей между входными параметрами процесса. В качестве меры степени связи случайных переменных использованы ранговые корреляции Спирмена.

На основе накопленных исходных данных о последствиях АП получены 15 вершин ациклического направленного графа:

1) Катастрофа в рабочей площади аэродрома; 2) Типы пены; 3) Пожар на ВС; 4) Характер повреждений ВС; 5) Категория ВС; 6) Скорость пожарных автомобилей; 7) Наличие Стартовой аварийно - спасательной станции; 8) Уровень подготовки службы ПАСОП; 9) Местность аэродрома; 10) Влияние погоды; 11) Время оповещения; 12) Время разворачивания службы ПАСОП; 13) Оперативность медицинского персонала; 14) Эффективность проведения эвакуации пассажиров; 15) Степень вреда от катастрофы.

В рамках решаемой задачи под случайно переменной X_i будем понимать некоторый i -й сопутствующий фактор (СФ), влияющий на результативность процесса ПАСОП. Будем полагать, что возрастание относительного влияния i -го СФ на снижение результативности процесса ПАСОП, которая заключается в увеличении уровня серьезности последствий АП.

Построение модели процесса ПАСОП на основе копула-функции будет реализовано в два этапа:

1. На начальном этапе необходимо решить задачу получения частных (маргинальных) распределений, характеризующих влияние СФ на результативность процесса ПАСОП. Для решения данной задачи для СФ: типы пены, пожар на ВС, характер повреждений ВС, категория ВС, скорость пожарных автомобилей, наличие стартовых аварийно – спасательных станций, местность аэродрома, влияние погоды, время оповещения, время развертывания службы ПАСОП, оперативность медицинского персонала, эффективность проведения эвакуации пассажиров были использованы собранные и накопленные исходные статистические данные, а для СФ – уровень подготовки службы ПАСОП результаты экспертного оценивания.

2. На последующем этапе необходимо получить информацию о зависимости случайных переменных (т.е. СФ, влияющих на результативность процесса ПАСОП).

Для каждой вершины подобраны вид и параметры теоретической плотности распределения. Для подбора наиболее подходящего теоретического распределения использован критерий согласия Колмогорова.

Коэффициенты парной ранговой корреляции СФ были заданы экспертно авторами статьи.

В тот момент, когда коэффициенты парной ранговой корреляции случайных переменных (СФ) получены, а частные функции распределения (маргиналы) этих переменных известны, может быть построена итоговая вероятностная модель. Данная модель строится посредством восстановления совместно функции распределения, которая в свою очередь базируется на исходных данных о маргиналах и ранговых корреляциях. Для решения такой задачи в рамках настоящей работы будет применяться аппарат функций и связи взаимозависимых случайных переменных (копул или копула-функций).

Для моделирования процессов противопожарного и аварийно-спасательного обеспечения полетов оператора аэродрома на основе непараметрической БСД использовано расширение BANSHEE для среды инженерных расчетов MATLAB [8].

По результатам выполнения поставленных задач получен ациклический направленный граф модели процесса ПАСОП (рис. 2).

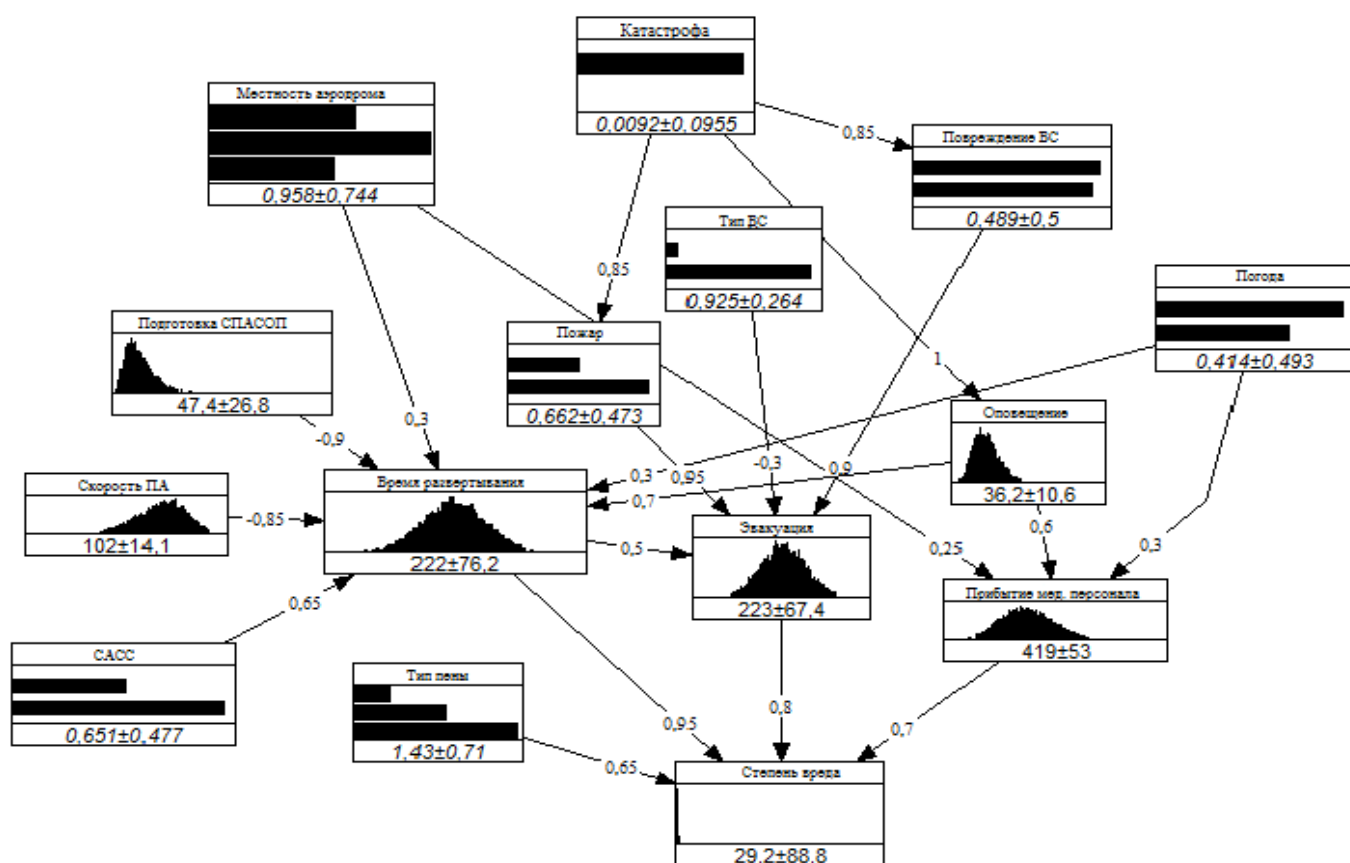


Рис. 2. Ациклический направленный граф модели процесса ПАСОП

Разработанная модель процесса ПАСОП позволяет дать количественную оценку СФ, влияющим на результативность процесса ПАСОП и оценить степень вреда катастрофы, произошедшей в рабочей площади аэродрома.

Достоверность модели процесса ПАСОП была проверена путем схождения полученных результатов вершины «Степень вреда» с количеством погибших в каждой произошедшей анализируемой катастрофы. Для проверки достоверности модели процесса ПАСОП были решены следующие задачи:

1. Для вершин, не имеющих предков, в модели были подставлены статистические данные, характеризующие каждую конкретную катастрофу.
2. Посчитаны математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение для вершины «Степень вреда» каждой анализируемой катастрофы.

Достоверность модели процесса ПАСОП на практике реализована сравнением полученных данных с реальными статистическими данными на примере, следующих катастроф в рабочей площади аэродрома (таблица 1).

Таблица 1

Перечень анализируемых катастроф ф рабочей площади аэродрома

Дата	Авиакомпания	Аэропорт	Степень вреда статистическая	Полученные результаты
23.07.2014	Trans Asia Airways	Тайвань	48	43±81,8
03.08.2016	Emirates	Дубай	1	1,43±2,63
05.02.2020	Pegasus Airlines	Стамбул	3	4,13±7,66

Разработанная модель оценки рисков способствует:

прогнозированию развития возможно произошедших авиационных событий в рабочей площади аэродрома;

оценке возникновения возможных ошибок и нарушений технологии проведения аварийно-спасательных работ службами аэропорта;

анализу и оценке степени вреда от авиационных событий.

Полученные результаты могут быть использованы для внедрения, совершенствования и модернизации элементов системы управления безопасностью полетов в аэропортах с целью выявления факторов опасности и минимизации рисков, связанных с гибелью людей в ходе проведения аварийно-спасательных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. Изд. 4-е. Монреаль: ИКАО, 2016. 48 с.
2. Рухлинский В.М. Оценка риска в области безопасности полетов на основе байесовской сети доверия / В.М. Рухлинский, А.А. Хаустов, А.С. Молотовник // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2017. Т. 20. № 3. С. 76-89.
3. Рухлинский В.М. Разработка модели процесса проведения аварийно-спасательных работ в районе аэродрома / В.М. Рухлинский, А.С. Молотовник // Безопасность жизнедеятельности. 2020. № 12(240). С. 29-32.
4. Рухлинский В.М. Совершенствование аварийно-спасательных работ на аэродроме с использованием риск-ориентированного подхода / В.М. Рухлинский, А.С. Молотовник // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность-2021): материалы III Международной научно-практической конференции: в 2-х томах, Уфа, 11 марта 2021 года. Том 1. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2021. С. 8-16.
5. Рухлинский В.М. Анализ и управление рисками в области аварийно-спасательного обеспечения полетов / В.М. Рухлинский, А.С. Молотовник, А.А. Хаустов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2019. № 26. С. 75-86.

6. Рухлинский В.М. Управление рисками в области аварийно-спасательного обеспечения полетов / В.М. Рухлинский, А.С. Молотовник, А.А. Хаустов // Безопасность жизнедеятельности. 2018. № 1(205). С. 26-31.
7. Hanea A., Napoles O. M., Ababei D. Non-parametric Bayesian networks: Improving theory and reviewing applications // Reliability Engineering & System Safety. 2015. Т. 144. С. 265-284.
8. Paprotny D. BANSHEE–A MATLAB toolbox for non-parametric Bayesian networks // SoftwareX. 2020. Т. 12. С. 100588.

© Рухлинский В.М., Молотовник А.С., Хаустов А.А., 2024

УДК 621.039

Федосов В.А., Тараканов Дм.А., Малофеев Р.Е.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: fedosov.vla@gmail.com

АНАЛИЗ ПРИЧИН И ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ, СВЯЗАННЫХ С АТОМНЫМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ

Аннотация. В ходе работы выполнен анализ причин и последствий аварий на атомных электростанциях. Определено, что человеческий фактор остаётся одной из главных причин подобных происшествий. Ошибки в управлении, недостаточный контроль за критическими зонами, игнорирование рисков и неправильные действия операторов приводят к трагическим последствиям. Причины и последствия показывают необходимость постоянного совершенствования систем безопасности, тщательного обучения персонала и строгого соблюдения протоколов, чтобы минимизировать вероятность человеческих ошибок и обеспечить надёжную и безопасную эксплуатацию.

Ключевые слова: атомные электростанции, аварии на атомных электростанциях, причины, последствия, болезни

Fedosov V.A., Tarakanov Dm. A., Malofeev R.E.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

ANALYSIS OF THE CAUSES AND CONSEQUENCES OF TECHNOLOGICAL DISASTERS RELATED TO NUCLEAR POWER PLANTS

Abstract. In the course of the work, an analysis of the causes and consequences of accidents at nuclear power plants was carried out. It is determined that the human factor remains one of the main causes of such incidents. Management errors, insufficient control over critical areas, ignoring risks and improper actions by operators lead to

tragic consequences. The causes and consequences show the need for continuous improvement of security systems, careful training of personnel and strict adherence to protocols in order to minimize the likelihood of human error and ensure reliable and safe operation.

Key words: nuclear power plants, accidents at nuclear power plants, causes, consequences, diseases

Атомные электростанции (АЭС) играют ключевую роль в обеспечении мировых потребностей в энергии, представляя собой источник относительно чистой и стабильной электроэнергии. Тем не менее, их эксплуатация сопряжена с высокими требованиями к безопасности и надёжности из-за рисков возникновения аварий, которые наносят вред здоровью и приводят к смерти тысячи людей, а также влекут к долгосрочным экологическим и экономическим последствиям [1].

Аварии на АЭС могут происходить по разным причинам, включая операционные ошибки, человеческий фактор, природные катаклизмы, технические неисправности и пожары. Это подчеркивает необходимость комплексного подхода к обеспечению безопасности, включающего улучшение технологий, обучение персонала и разработку планов на случай чрезвычайных ситуаций. Рассмотрение и анализ причин и последствий аварий позволяет глубже понять, какие ошибки были допущены, и каким образом их можно было бы избежать при должном уровне контроля и анализа.

В связи с этим целью работы является анализ причин и последствий аварий на АЭС. Для определения ключевых аспектов выполнен анализ литературных источников [1-6], по результатам которого определены наиболее известные и крупные аварии.

Таблица 1

Урон, нанесенный в результате аварий

АЭС	Год	Урон	Жертвы и пострадавшие	Экономические последствия
Киштым	1957	Радиоактивное заражение территории	Около 10 000 эвакуированных, многие подверглись радиации	Затраты на восстановление экологии и медицину
Уиндскейл	1957	Пожар в графитовом реакторе, выброс	Около 240 случаев рака щитовидной железы,	Значительные усилия на дезактивацию и восстановление

		радиоактивного йода	долгосрочные последствия	территории
Три-Майл- Айленд	1979	Частичное расплавление активной зоны, выброс радиоактивных газов	Без значительных жертв, массовая паника и эвакуация	Экономический ущерб около 1 млрд долларов, снижение доверия к ядерной энергетике
Чернобыльская АЭС	1986	Радиоактивное загрязнение, рост онкологических заболеваний	2 погибших сразу, 28 от острой лучевой болезни, тысячи пострадавших	Долгосрочные затраты на ликвидацию последствий, огромный экономический ущерб
Фукусима-1	2011	Расплавление активной зоны, выброс радиоактивных веществ	Более 150 000 эвакуированных, долгосрочные последствия для здоровья	Затраты на ликвидацию последствий превышают 200 млрд долларов

Далее в работе выполнен анализ причин и последствий по каждой из аварий (таблица 1). Авария на АЭС Кыштым [1] (1957) произошла на химическом комбинате «Маяк» в СССР. Взрыв ёмкости с жидкими радиоактивными отходами привел к обширному радиоактивному загрязнению. Причинами катастрофы стали ошибки в хранении и обращении с радиоактивными отходами. Небрежность в управлении отходами и недостаток контроля за безопасностью привели к долгосрочным негативным последствиям для здоровья местного населения и окружающей среды.

Сравнивая эту аварию с произошедшей в том же году аварией на АЭС Уиндскейл (1957) в Великобритании [2], можно отметить, что в обоих случаях причиной инцидентов стали ошибки в управлении и недостаточная защита. В Уиндскейле пожар в графитовом реакторе привел к выбросу радиоактивного йода и других веществ. Однако, в отличие от Кыштыма, где проблема заключалась в неправильном обращении с отходами, в Уиндскейле причиной был перегрев реактора и недостаточная защита от подобных инцидентов. Обе аварии подчеркнули необходимость улучшения мер безопасности и контроля за ядерными объектами.

В 1979 году, произошла авария на АЭС Три-Майл-Айленд в Пенсильвании, США [3]. Частичное расплавление активной зоны реактора ТМИ-2 из-за отказа системы охлаждения привело к утечке радиоактивных газов. В отличие от

Кыштыма и Уиндскейла, где основными причинами стали ошибки в управлении и конструкционные недостатки, в данном случае к катастрофе привела комбинация технических неисправностей и ошибок операторов. Несмотря на то, что авария не вызвала значительных жертв, она вызвала широкий общественный резонанс и привела к пересмотру политики безопасности на АЭС. Это показывает важность человеческого фактора в управлении ядерными объектами, что добавляет новый аспект к ранее рассмотренным авариям.

Наиболее известной катастрофой является Чернобыльская авария [4] (1986) на Чернобыльской АЭС в Украине. Взрыв и последующий пожар на четвертом реакторе привели к выбросу значительного количества радиоактивных веществ в атмосферу. Авария унесла жизни двух работников мгновенно и вызвала множество случаев острой лучевой болезни. В отличие от предыдущих аварий Чернобыльская катастрофа вызвана как ошибками операторов, так и конструкционными недостатками реактора. Последствия были намного более катастрофическими и долгосрочными.

Последняя крупная авария произошла в Японии на АЭС Фукусима-1 (2011) [5]. Землетрясение и последующее цунами вывели из строя системы охлаждения реакторов, что привело к расплавлению активной зоны в трех реакторах и взрывам водорода. В Фукусиме же ключевым фактором стало воздействие внешней среды (землетрясение) в сочетании с недостатками в проектировании и подготовке к аварийным ситуациям. Авария показывает влияние природных катастроф на ядерные объекты, добавляя новый уровень к анализу предыдущих инцидентов, где основными причинами были человеческие ошибки и технические недостатки.

Экономический ущерб от аварий варьируется в зависимости от масштаба и контекста происшествия. Наибольший экономический ущерб нанесен Чернобыльской аварией (1,8 триллиона рублей), за ней следует Фукусима (970 миллиардов рублей). Эти цифры включают затраты на ликвидацию последствий, переселение жителей, медицинское обслуживание и восстановление окружающей среды.

Каждая из катастроф привела к значительному числу заболеваний среди населения. Количество случаев рака и других заболеваний после аварий на АЭС приведено на рис. 1.

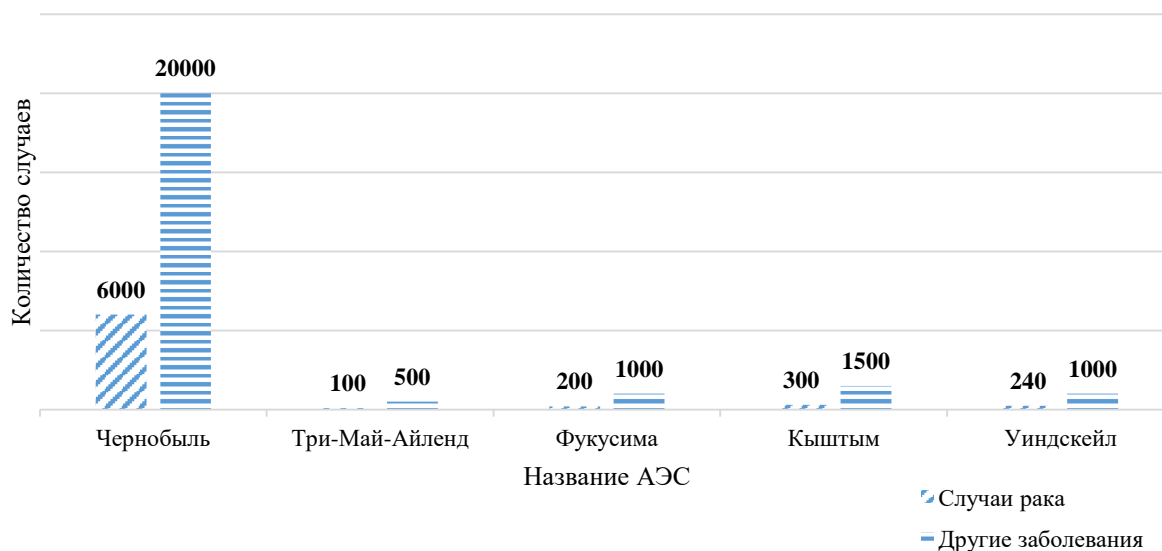


Рис. 1. Количество случаев рака и других заболеваний после аварий на АЭС

Анализируя данные, представленные на рис. 1, по крупным техногенным катастрофам на атомных электростанциях, можно заметить, что Чернобыльская катастрофа 1986 года оказала наиболее значительное воздействие на здоровье людей. Масштабные выбросы радиоактивных веществ привели к многочисленным случаям рака и других заболеваний, подчеркивая катастрофические последствия такого рода аварий для человеческого здоровья.

В сравнении с Чернобылем, авария на Три-Майл-Айленд в 1979 году имела относительно меньшие последствия. Это объясняется меньшим масштабом выброса радиоактивных веществ, что позволило избежать более серьезных последствий для здоровья населения [3]. Тем не менее, инцидент вызвал значительный общественный резонанс и стал важным уроком для ядерной энергетики, показав необходимость усиления мер безопасности и улучшения технологий управления реакторами.

Авария на АЭС Фукусима-1, произошедшая в 2011 году, также имела серьезные последствия, хотя и менее масштабные, чем в Чернобыле. Здесь к техногенной катастрофе привели природные катаклизмы – землетрясение и цунами, что усложнило ситуацию и привело к значительному воздействию на здоровье населения. Этот инцидент подчеркнул важность учета природных

рисков при проектировании и эксплуатации атомных электростанций [7, 8].

Кыштымская авария 1957 года в СССР, хотя и менее известна широкой публике, также имела значительное воздействие на местное население. Взрыв ёмкости с жидкими радиоактивными отходами привел к обширному радиоактивному загрязнению, вызвав множество заболеваний среди людей [1]. Этот инцидент показал необходимость строгого контроля за хранением и обращением с радиоактивными отходами.

Авария на Уиндскейле в Великобритании вызвала 240 случаев рака и другие заболевания [2]. Это показывает, что даже относительно ранние аварии в истории ядерной энергетики имели значительные последствия для здоровья.

Масштаб и последствия ядерных катастроф могут значительно различаться в зависимости от множества факторов, включая уровень выбросов радиоактивных веществ, плотность населения вблизи аварии и эффективность мер по ликвидации последствий.

Таким образом в ходе работы выполнен анализ причин и последствий аварий на АЭС. Определено, что человеческий фактор остаётся одной из главных причин подобных происшествий. Ошибки в управлении, недостаточный контроль за критическими зонами, игнорирование рисков и неправильные действия операторов приводят к трагическим последствиям. Причины и последствия показывают необходимость постоянного совершенствования систем безопасности, тщательного обучения персонала и строгого соблюдения протоколов, чтобы минимизировать вероятность человеческих ошибок и обеспечить надёжную и безопасную эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кыштымская авария: хроника самой засекреченной техногенной катастрофы в СССР [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://repo.vsavm.by/bitstream/123456789/14064/1/k-2021-11-1-4-7.pdf>.
2. Авария в Уиндскейле (1957): причины, принципы ликвидации и оценка отдаленных последствий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elib.usma.ru/handle/usma/7831>.
3. Авария на АЭС Три-Майл-Айленд [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://repo.vsavm.by/bitstream/123456789/21299/1/k-2022-12-1-4-6.pdf>.
4. Авария на Чернобыльской АЭС. Последствия и выводы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/avariya-na-chernobylskoy-aes-posledstviya-i-vyvody/viewer>.
5. Елизарьев А.Н., Тараканов Дм.А., Елизарьева Е.Н., Аксенов С.Г., Аминев Р.Н. Риск-анализ опасностей объектов складирования отходов: экологические риски // Естественные и технические науки. 2023. № 2 (177). С. 232-235.

6. Хасанов И.А., Елизарьев А.Н., Гарданова Е.В., Насырова Э.С., Малышева Е.М., Елизарьева Е.Н. Моделирование режимов функционирования воздушных автоматических установок пожаротушения // Естественные и технические науки. 2021. №12 (163). С. 340-348.
7. Кияшко И.Ю., Кияшко Л.Ю., Елизарьев А.Н., Манякова Г.М., Габдулхаков Р.Р., Мартынова О.Г. Моделирование экологических ЧС, вызванных загрязнением водных объектов // Успехи современного естествознания. 2016. № 2. С. 159-163.
8. Elizaryev A., Elizareva E., Tarakanov Dm., Fakhertdinova A. Biological approaches to the purification of textile wastewater // Ural environmental science forum «Sustainable Development of Industrial Region» (UESF-2023). 2023. P. 04001.

© Федосов В.А., Тараканов Дм.А., Малофеев Р.Е., 2024

УДК 351.814

Трофимов А.Б.², Иванская Н.Н.¹, Селезнев А.В.¹

¹Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, г. Ульяновск, Российская Федерация

²ООО «ЧОП «Базальт-А», г. Москва, Российская Федерация

e-mail: ivanskayann@yandex.ru

К ВОПРОСУ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аннотация. Вузовское обучение специалистов техногенных чрезвычайных ситуаций в области авиации ведется в УИ ГА. При подготовке авиационных спасателей в рамках компетентностной модели выпускника, вуз сталкивается с проблемами отсутствия единых технологических карт (алгоритмов) проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на воздушном транспорте, на которые может опираться будущий РЛЧС. В работе раскрываются основные векторы развития процесса подготовки специалистов чрезвычайных ситуаций службы ПАСОП, являющиеся также направлениями научного поиска в данной области.

Ключевые слова: поисковое и аварийно-спасательное обеспечение полетов, подготовка спасателей, нормативно-методическое обеспечение аварийно-спасательных и других неотложных работ

Trofimov A.B.², Ivanskaia N.N.¹, Seleznev A.V.¹

¹Ulyanovsk Civil Aviation Institute, Ulyanovsk, Russian Federation

²PSC Basalt-A, LLC, Moscow, Russian Federation

ON THE ISSUE OF TRAINING AVIATION SPECIALISTS IN THE FIELD OF MAN-MADE ACCIDENTS

Abstract. University training for specialists in man-made emergency situations in the field of aviation is conducted at the Civil Aviation Institute. Aviation rescuers are trained according to the graduate competency model. At the same time, the university is faced with the problem of the lack of uniform technological maps (algorithms) for carrying out rescue and other emergency work in air transport. These algorithms will be necessary in the work of the future emergency response manager. The work reveals the main vectors of development of the process of training emergency specialists in aviation. They will form the basis of scientific research in this area.

Key words: Fire and rescue flight support, training of rescuers, regulatory and methodological support for rescue and other urgent work

Происшествия на воздушных судах – не самые распространенные из техногенных чрезвычайных ситуаций, но очень часто – самые масштабные среди транспортных катастроф по числу погибших. Существует множество причин авиационных аварий и катастроф, но во всех случаях поиском и спасением, а также ликвидацией последствий таких чрезвычайных ситуаций занимаются авиационные спасатели.

Единственный вуз в нашей стране, выпускающий авиационных спасателей, – УИ ГА. Подготовка высококвалифицированного конкурентоспособного специалиста, готового к профессиональному росту, работе на уровне национальных стандартов и стандартов ИКАО, обладающего широким набором компетенций, легко применяемых в своей и смежной областях деятельности – непростая задача в области подготовки специалистов техногенных чрезвычайных ситуаций. Цель работы – определить основные направления развития процесса подготовки специалистов СПАСОП в высшей школе в рамках компетентностной модели выпускника.

Согласно профессиональному стандарту «Спасатель» [3], начало действия которого 01.09.2024, а срок – 6 лет, для проведения аварийно-спасательных работ необходимы специалисты с уровнями квалификации 4, 5, 6.

Как известно, четвертый и пятый уровни квалификации подразумевают наличие у специалиста профессионального обучения на уровне специалистов среднего звена (дополнительного профессионального обучения или ссуза), шестой уровень требует наличия высшего профессионального образования не ниже бакалавриата [5].

Спасатели гражданской авиации делятся на две неравные и различные по составу профессиональной деятельности группы:

1) спасатели подразделений, входящих в ЕС АКПС, основной задачей которых является проведение поисково-спасательных работ при авиационном происшествии вне района аэродрома [1];

2) спасатели служб ПАСОП оператора аэродрома, основной задачей которых является проведение аварийно-спасательных работ, связанных со спасением людей и тушением пожаров при авиационном происшествии в районе аэродрома. Кроме того, в зону ответственности данной категории спасателей входит тушение пожаров аэропортовой инфраструктуры [1, 2].

Для работы в должности специалиста-спасателя первой группы достаточно пройти профессиональное обучение по программе профессиональной подготовки спасателей в объеме не менее 273 часов [3, 6]. Спасателям второй группы дополнительно необходимо пройти обучение по профессии «Пожарный» в объеме 484 часа [4, 7].

При этом можно выделить 2 уровня подготовки специалиста противопожарного и аварийно-спасательного обеспечения полетов воздушных судов.

Во-первых, первоначальная профессиональная подготовка, обеспечивающая допуск к ведению противопожарных и аварийно-спасательных работ, тушению пожаров (4 и 5 уровни квалификации).

Во-вторых, подготовка к руководству проведением противопожарных и аварийно-спасательных работ на воздушных судах, тушением пожаров на воздушных судах и объектах инфраструктуры аэропорта, а также руководству ликвидацией чрезвычайных ситуаций (6 уровень квалификации).

Под термином «тактический прием» примем конкретный порядок маневрирования, применения пожарно-технического вооружения и иных технических средств, основными тактическими подразделениями СПАСОП для ликвидации чрезвычайной ситуации и пожара.

На наш взгляд, для формирования профессиональных компетенций авиационного спасателя в вузе, мало одного профессионального стандарта «Спасатель» [3], который является обобщающим документом для всех спасателей вообще, но не учитывает специфику работы в авиационной отрасли.

Профессорско-преподавательскому составу вуза очевидно, что необходим единый документ по руководству тактики подразделений СПАСОП, или же государственный стандарт, регламентирующий алгоритм принятия решений руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации (РЛЧС), типовые приемы и порядок действий подразделений.

Примеры успешного внедрения модельного документа существуют в нашей стране. Так, у специалистов МЧС России в области тушения пожаров существует пожарная тактика, изучающая совокупность способов и приемов тушения пожара, применяемых с учетом возможностей подразделений пожарной охраны и конкретной обстановки на пожаре. У специалистов в области проведения аварийно-спасательных работ – раздел национальных стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», часть из регламентирует проведение АСДНР (ГОСТ Р 22.8.01-2021; ГОСТ Р 22.8.05-2022 и др.).

В области поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов воздушных судов Федеральные авиационные правила «Аварийно-спасательное обеспечение полетов воздушных судов», являющиеся достаточно всеобъемлющим документом, не уделяют достаточного внимания тактике действий аварийно-спасательных подразделений СПАСОП с применением современного пожарно-технического вооружения.

Анализ современной учебной и справочной литературы в области тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ показал, что вопросам проведения противопожарных и аварийно-спасательных работ, а также тушения пожаров на воздушном транспорте уделяется недостаточно внимания.

Стоит отметить, что с момента издания Рекомендаций по тушению пожаров на воздушных судах на аэродромах гражданской авиации прошло 33 года, в части организации службы ПАСОП аэропортов им на смену пришел ФАП 517, а в части тактических решений данные рекомендации требуют глубокого переосмысления, исходя из современной нормативно-правовой базы, а также тактико-технических характеристик современного пожарно-технического вооружения.

В работах В.В. Крымского и Р.В. Головенко, рассматривающих вопросы управления действиями пожарных подразделений при тушении воздушных судов, указывается на то что: «В наши дни, существует несколько подходов к нахождению неизвестного времени выполнения отдельных работ на пожаре, но каждое оперативно-тактическое действие они выделяют отдельно, не рассматривая их в совокупности. Отсутствие такого общего подхода отрицательно сказывается на показатели эффективности управления силами и средствами пожарной охраны» [8]. Следовательно, на первый план необходимо вывести тщательно выверенные и научно-обоснованные алгоритмы действий личного состава СПАСОП при возникновении авиационного происшествия, а также обозначить пути повышения ситуационной осведомленности РЛЧС в процессе разведки авиационного происшествия.

Данный подход, согласуется с мнением вышеуказанных авторов: «Оптимизация боевых действий по тушению пожара ВС и проведению АСР возможна посредством применения современных алгоритмов исследования операций в целях усовершенствования поддержки управления пожарными подразделениями» [8].

Подготовка спасателей гражданской авиации в системе высшего образования подразумевает подготовку тактического руководителя СПАСОП.

Исходя из изложенного, актуальным направлением научного поиска представляется создание и научное обоснование алгоритмической модели действий подразделений СПАСОП при различных авиационных происшествиях, выявление основных маркеров, позволяющих повысить ситуационную осведомленность РЛЧС при проведении разведки АП.

Практическим результатом указанной научной работы должны стать: разработка набора основных тактических приемов основных тактических подразделений СПАСОП, а также разработка программного обеспечения, позволяющего отрабатывать применение указанных тактических приемов в виртуальной реальности, а также навык повышения ситуационной осведомленности во время руководства тушением пожара (ликвидации чрезвычайной ситуации).

Предполагается, что разработка указанной модели будет разбита на следующие этапы:

- 1) отбор и классификация всех возможных авиационных происшествий на аэродроме и в районе аэродрома;
- 2) разработка единых технологических карт (алгоритмов) проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на воздушном транспорте;
- 3) научное обоснование технических и тактических решений, указанных в единых технологических картах (стандартах) проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на воздушном транспорте;
- 4) разработка вопросника, содержащего основные маркеры, позволяющие повысить ситуационную осведомленность во время проведения АСДНР при авиационном происшествии;
- 5) разработка программного обеспечения для проведения тренировок РТП (РЛЧС).

Таким образом, мы определили основные векторы развития процесса подготовки специалистов чрезвычайных ситуаций службы ПАСОП, являющиеся также и векторами научного поиска в данной области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздушный кодекс [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от

19 марта 1997 г. № 60-ФЗ: принят Гос. Думой 19 февр. 1997 г.: одобрен Советом Федерации 5 марта 1997 г. (ред. от 30.01.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.04.2024). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Федеральные авиационные правила «Аварийно-спасательное обеспечение полетов воздушных судов» [Электронный ресурс]: утверждены приказом Минтранса России от 26 нояб. 2020 г. № 517. Доступ из справ.-правовой системы «ГАРАНТ».

3. Об утверждении профессионального стандарта «Спасатель» [Электронный ресурс]: приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октяб. 2023 г. № 766н. Доступ из информационно-правового портала «ГАРАНТ.РУ».

4. Об утверждении профессионального стандарта «Пожарный» [Электронный ресурс]: приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 7 сент. 2020 г. № 575н. Доступ из справ.-правовой системы «ГАРАНТ».

5. Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов [Электронный ресурс]: приказ Минтруда России от 12 апр. 2013 № 148н. Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

6 Сборник примерных программ профессиональной подготовки и дополнительного профессионального образования МЧС России. Том 4. Программы подготовки спасателей. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2016. 268 с.

7. Сборник примерных программ профессионального обучения и дополнительного профессионального образования МЧС России. Том 1, часть 1. Программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих. Программы переподготовки рабочих, служащих. Программы повышения квалификации рабочих, служащих: МЧС России, 2022. Том 1, часть 1. 478 с.

8. Крымский В.В. Современное состояние вопроса управления оперативно-тактическими действиями пожарных подразделений при тушении воздушных судов / В.В. Крымский, В.Р. Головенко // Угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в условиях проведения специальной военной операции: материалы межвуз. семинара (г. Санкт-Петербург, 6 октября 2022 г.). – СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациями ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2022. С. 52-55.

© Трофимов А.Б., Иванская Н.Н., Селезнев А.В., 2024

УДК 331.45

Ливманис Д.А.

Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: ratakaashi@gmail.com

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ БАРИСТА

Аннотация. Условия труда молодых людей (зачастую студентов и школьников) в современных кофейнях актуальны, потому что возникновение нештатных ситуаций может привести к травмам и профессиональным заболеваниям работников. Рассмотрены методы, позволяющие улучшить работу бариста, сделать ее менее опасной.

Ключевые слова: бариста, подростки, охрана труда, условия охраны труда.

Livmanis D.A.

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

ON THE ISSUE OF BARISTA WORK SAFETY

Abstract. The working conditions of young people (often students and schoolchildren) in modern coffee shops are relevant, because the occurrence of emergency situations can lead to injuries and workers occupational diseases. Methods are considered to improve the work of a barista and make it less dangerous.

Key words: barista, teenagers, labor protection, labor protection conditions.

В настоящее время кофейни приобретают всё большую популярность [1], они появились в офисных центрах, торгово-развлекательных центрах, транспортных объектах, на авиапредприятиях, уже полностью вписавшись в полный жизненного цикла функционирования эксплуатационных авиапредприятий ГА [2]. Работа бариста становится более актуальна и востребована, в большинстве случаев привлекает неопытную молодежь, студентов, стремящихся в свободное от учебы время подработать и получить первые навыки самостоятельной работы. Поэтому очень важно, чтобы работодатель обеспечивал своим молодым сотрудникам безопасные и комфортные условия труда, в которых они могли бы почувствовать уверенность в поддержании стабильности своей работы. В течении дня работник (бариста) сталкивается со многими опасными и (или) вредными факторами производственной среды, такими как, в частности, виброакустические воздействия шума, преимущественно создаваемыми в аэропортах воздушными судами, которые пока не стали «малозумными» [3].

Среди подростков профессия бариста пользуется популярностью, потому что она подходит творческим и коммуникабельным людям, которые хотят развиваться в сфере приготовления кофе. Спрос на бариста велик, такие сотрудники необходимы и в маленькие кофейни, и в сетевые рестораны, кафе, кондитерские. Это позволяет найти работу вне зависимости от опыта работы и профессиональных навыков [1].

Высока вероятность травматизации работников в связи с работой с горячим паром, кипятком, разгоряченным металлом. Ожог можно получить при неправильном обращении с оборудованием, случайном соприкосновении с горячей поверхностью или жидкостью, несоблюдении техники безопасности при работе с инвентарем. Так же присутствует вероятность травматизации сотрудника кофейни другим работником, к примеру, случайное разливание кипятка при столкновении. Всегда есть вероятность получить порез при нарезке цитрусовых для приготовления лимонадов.

В связи с этим необходимо учитывать необходимость соблюдения техники безопасности и правил охраны труда, чтобы избежать травматизации на рабочем месте и обезопасить работников кофейен от несчастных случаев.

К работе в качестве бариста допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие профессиональную подготовку, а также прошедшие медицинское освидетельствование [4].

Бариста должен пройти вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда, обучение безопасным методам и приёмам работы, стажировку и проверку знаний требований охраны труда. [5].

Особенности микроклимата на рабочем месте бариста связаны с повышенной влажностью и недостаточной освещенностью. К профессиональным рискам следует также отнести возможность травмирования горячим паром при работе с форсункой, травмирование рук в следствии неаккуратного обращения с инвентарем, поражение электрическим током из-за неисправности оборудования [6]. Эти, на первый взгляд, неочевидные факторы, таящие в себе опасность для бариста, могут значительно усложнить работу и негативно повлиять на здоровье. Помимо микротравм, у сотрудника зачастую наблюдается повышенная усталость, а также болезни спины и нижних конечностей, головные боли, снижение слуховой активности.

Для обеспечения безопасности в работе бариста следует соблюдать определённые правила:

- Использование средств индивидуальной защиты (фартук, головной убор, перчатки).
- Своевременное прохождение медицинского осмотра.

- Прохождение аттестации для работников сетей общепита.
- Соблюдение санитарно-гигиенических норм для содержания рабочих поверхностей.
- Соблюдение правил для работы с кофемашиной, кофемолкой, рабочими инструментами
- Знание и использование, при необходимости, порядка действий при возникновении пожароопасной ситуации.
- Своевременное прохождение инструктажей.
- Умение оказывать первую помощь; знать, где расположена аптечка.
- Соблюдение трудового распорядка, режима труда и отдыха.

Чтобы обеспечить соблюдение правил личной гигиены и санитарных норм, необходимо соблюдать определенные меры предосторожности. К ним относятся:

- Регулярная проверка состояния кожи рук и тела на наличие инфекционных заболеваний.
- Хранение уличной одежды отдельно от рабочей униформы.
- При посещении туалета снимать рабочую одежду или надевать халат.
- Мытье рук после соприкосновения с загрязненными предметами, посещения туалета, перед и после приема пищи.
- Смена униформы ежедневно или при загрязнении.
- Проветривание рабочих помещений.

В дополнение к существующим инструкциям целесообразно усугубить требования к рабочему месту и технике безопасности проведения работ. Для улучшения условий охраны труда бариста, целесообразно использовать следующие способы и методы:

Обеспечение безопасности работы с горячими напитками и поверхностями. Для этого нужно использовать фартук и не делать резких, размашистых движений.

Оптимизация рабочего пространства. Правильное размещение предметов поможет работать эффективнее и с меньшими трудозатратами.

Регулярная уборка. Это поможет поддерживать рабочее место в безопасном состоянии.

Обучение безопасным приемам и методам выполнения работ. Работники должны проходить инструктажи по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знания требований охраны труда.

Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты. Спецодежда, спецобувь и другие средства защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Внедрение систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.

Список способов и методов следует дополнять на конкретных рабочих местах, так как конкретные условия охраны труда зависят от специфики деятельности организации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов Д.И. Профессиональный кофе. Библия бариста. М.: Издательский дом «Ресторанные ведомости», 2014. 120 с.
2. Николайкин Н.И. Экологическая оценка полного жизненного цикла деятельности эксплуатационных авиапредприятий гражданской авиации // Научный вестник МГТУ ГА. 2006. № 108. С. 73-79.
3. Мельников Б.Н. Перспективы создания малолетных самолетов гражданской авиации / Б.Н. Мельников, Ю.А. Большунов, Н.И. Николайкин // Безопасность в техносфере. 2010. № 2. С. 32-37.
4. Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса РФ. Приказ Минздрава РФ от 28.01.2021 № 29 н [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202101290043?rangeSize=Все> (дата обращения 21.05.2024).
5. Должностная инструкция баристы. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/law/podborki/dolzhnostnaya_instrukciya_barista/ (дата обращения 21.05.2024).
6. Инструкция по охране труда для баристы. Инструкция по ОТ и для Столовой, Ресторана, Кафе. [Электронный ресурс] URL: <https://ohrana-truda.com/node/1052> (дата обращения: 21.05.2024).

© Ливманис Д.А., 2024

1.2. ТЕХНОГЕННЫЕ УГРОЗЫ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 502.3

Ахтямов Р.Г.¹, Шапошников А.С.², Ахметова В.А.²

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: ahtamov_zchs@mail.ru

СЦЕНАРИИ АДАПТАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ К УСЛОВИЯМ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Аннотация. Проведенный анализ транспортной инфраструктуры позволяет определить особенности, опираясь на которые можно выявить уязвимые регионы, а также определить отраслевые приоритеты по адаптации. Объектом исследования является транспортная инфраструктура, в частности железнодорожная, а также отдельно рассмотрены объекты инфраструктуры расположенные в зоне повышенной частоты реализации факторов климатического риска. Анализ мер по адаптации транспортной инфраструктуры проведен по трем альтернативным вариантам сценариев управления инфраструктурой: «без адаптации», «реактивная адаптация» и «проактивная адаптация». Сценарий «проактивной адаптации» предполагает инвестиции в инфраструктуру отсутствующие в настоящее время, в том числе вследствие недостаточной информированности лиц принимающих решения о факторах климатического риска. Приведены результаты анализа потенциальных затрат при реализации рассматриваемых сценариев.

Ключевые слова: изменение климата; железнодорожный транспорт; инфраструктура прибрежной зоны; адаптация; затраты на адаптацию; сценарий адаптации

Akhtyamov R.G.¹, Shaposhnikov A.S.², Akhmetova V.A.²

¹Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university, Saint-Petersburg, Russian Federation

²Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

TRANSPORT INFRASTRUCTURE ADAPTATION SCENARIOS TO CLIMATE CHANGING CONDITIONS

Abstract. An analysis of measures to adapt transport infrastructure was carried out using three alternative infrastructure management scenarios: «without adaptation», «reactive adaptation» and «proactive adaptation». The “proactive adaptation” scenario assumes investments in infrastructure that are currently missing, including due to

insufficient awareness of decision-makers about climate risk factors. The results of an analysis of potential costs when implementing the considered scenarios are presented. The results of the analysis show that transport infrastructure is vulnerable to climate risks, and failure to adapt or respond solely to damage or destruction of assets will likely lead to significant damage and loss of connectivity of the transport network.

Keywords: climate change; railway transport; coastal infrastructure; adaptation; adaptation costs; adaptation scenario

Анализ транспортной инфраструктуры позволяет определить особенности, опираясь на которые можно выявить уязвимые регионы, а также определить отраслевые приоритеты по адаптации. В данной работе рассмотрены сценарии для объектов транспортной инфраструктуры предполагающие адаптивные меры по отношению к последствиям изменения климата («реактивная» адаптация) и с опережением негативного воздействия («проактивная» адаптация).

Помимо рассмотрения приведенных сценариев, которые предполагают адаптацию инфраструктуры к изменению климата, анализ учитывает различные виды ущерба, включающие оценку косвенных и операционных затрат. Учет как прямых, так и косвенных затрат важен для оценки адаптационных мероприятий, вследствие того, что они взаимосвязаны. Так, реализация мер по адаптации в рамках стратегии по минимизации затрат на адаптацию может привести к повышению риска недофинансирования мер по содержанию инфраструктуры, что может снизить надежность и привести к увеличению эксплуатационных затрат. Рассмотрение эксплуатационных затрат при оценке вариантов адаптации, позволяет проанализировать отсутствие оценки косвенных экономических потерь и альтернативных подходов к адаптации [1].

Результаты анализа потенциальных затрат при реализации рассматриваемых сценариев адаптации приведены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка затрат при реализации рассматриваемых сценариев адаптации

	«Без адаптации»	«Реактивная адаптация»	«Проактивная адаптация»
Транспортная инфраструктура			
Затраты включают	Затраты на замену пути, на ремонт дефектов в зоне деформации рельсов, на перепланировку рельсов в	Затраты на замену пути, на ремонт дефектов в зоне деформации рельсов, на перепланировку рельсов в	Затраты на приобретение, установку и обслуживание датчиков температуры пути,

	прилегающих зонах	прилегающих зонах	а также соответствующего программного обеспечения
	Стоимость задержек, возникающих из-за отслеживания деформации и ремонта пути	Стоимость задержек, возникающих из-за отслеживания деформации и ремонта пути, а также задержки, связанные со снижением скорости движения	Затраты, связанные со снижением скорости движения
Затраты не включают	Затраты на ликвидацию схода с рельсов подвижного состава, который может быть результатом деформации пути	Затраты на ликвидацию схода с рельсов подвижного состава, который может быть результатом деформации пути	Затраты на текущее обслуживание пути
	Затраты на текущее обслуживание пути	Затраты на разработку и реализацию программы ограничения скорости Затраты на текущее обслуживание пути	

Средняя продолжительность периодов с аномально высокой температурой в 1999-2016 гг. составляла 9 дней [2]. Так, в южных городах европейской территории России за 2000-2010 гг. повторяемость периодов аномально высокой температуры возросла по сравнению с предшествующим десятилетием. Положительные тренды среднегодовых и среднемесячных июльских температур выявлены на территории Юго-Восточной, Северо-Кавказской и Приволжской железной дороги. Тренд средней июльской температуры за 1961-2010 гг. составил в различных городах от 0,02 °С/год до 0,09 °С/год, число экстремально жарких дней увеличилось с 10 до 37 в год. При этом, пороговое значение средней суточной температуры воздуха составляло в Волгограде +29,0, в Астрахани +28,6, в Краснодаре +28,2 и в Ростове-на-Дону +27,7 °С [2].

Угроза возникновения опасных наводнений существует в полосе умеренных широт бассейнов Волги, Дона, Оби, Тобола, Енисея, в южном регионе, на Северном Кавказе и Дальнем Востоке, а также на реках в бассейне Средней Лены: Алдане, Витиме, Олекме, что затрагивает территории Юго-Восточной, Северо-Кавказской, Приволжской, Куйбышевской, Свердловской, Южно-Уральской, Красноярской, Восточно-Сибирской, Забайкальской, Дальневосточной железной дороги.

Так, за последние 30 лет в Приморье и на Северном Кавказе увеличилась повторяемость дождевых паводков, сопровождающаяся повышением уровня воды, а также возросла частота и мощность заторных наводнений на реках Восточной Сибири. Тайфуны на Дальнем Востоке приводят к разрушению социальных объектов, дорог, мостов.

При реализации наиболее вероятного (на сегодняшний день) прогноза климатических изменений в арктической и иных прибрежных зонах, следует ожидать дальнейшего повышения частоты штормовых нагонов. Географически эти процессы затрагивают территории Октябрьской и Северной железной дороги [3-5].

Средний по бассейну уровень в Балтийском, Охотском и Японском морях повышался со скоростью 3,6-4,0 мм/год за период 1993-2019 гг., что несколько больше средней величины для Мирового океана 3,42 мм/год, однако сравним с ней.

В то же время с вероятностью 50% на значительной части южной территории европейской части России и в Приморье соответствующие риски увеличатся примерно в пять раз, что означает практически неизбежное наступление рассматриваемых неблагоприятных событий.

С учетом проанализированных факторов климатического риска, воздействующих на транспортную инфраструктуру, и в соответствии с рассмотренными сценариями адаптации, эффективность мер по адаптации объектов транспортной инфраструктуры к меняющемуся климату (Аэфф) может быть определена следующим образом:

$$A_{эфф} = \left(1 - \frac{\text{Проакт}}{\text{Без адапт}}\right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где *Проакт* – затраты на функционирование объектов транспортной инфраструктуры в рамках сценария «проактивной адаптации»;

Без адапт – затраты на функционирование объектов транспортной

инфраструктуры в рамках сценария «без адаптации».

Результаты также показывают, что эффективность мер по адаптации связана с сокращением выбросов парниковых газов в соответствии со сценариями ОСЭВ. Изменение траектории выбросов, например, с RCP8,5 до RCP4,5, также имеет высокий потенциал снижения затрат на адаптацию объектов транспортной инфраструктуры.

Существующий «остаточный ущерб» после принятия мер по адаптации невозможно полностью исключить, однако он может быть значительно снижен при реализации сценария «проактивной адаптации», предполагающего своевременные инвестиции в защиту объектов инфраструктуры от факторов климатического риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Neumann JE, Chinowsky P, Helman J. Climate effects on US infrastructure: the economics of adaptation for rail, roads, and coastal development // *Climatic Change*. 2021. № 167:44. doi:10.1007/s10584-021-03179-w.
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В. М. Катцова; Росгидромет. Санкт-Петербург: Научно-технологические публикации, 2022. 676 с.
3. Титова Т.С., Ахтямов Р.Г., Мещерякова Н.А. Пути совершенствования плана адаптации к изменениям климата в области транспорта // *Инновационные транспортные системы и технологии*. 2023. Т. 9. № 2. С. 5-18. doi:10.17816/transsyst2023925-18.
4. Akhtyamov R.G., Mescheriakova N.A. Assessment of the contribution and measures to reduce the impact of the railway industry on the development of global warming // *E3S Web of Conferences*. 2023. Т. 383. Pp. 01001. doi: 10.1051/e3sconf/202338301001
5. Зубова Л.Г., Харламова А.В. Эдафические условия рекультивированных терриконов // *Агроэкологический журнал*. 2012. № 1. С. 41-47.

© Ахтямов Р.Г., Шапошников А.С., Ахметова В.А., 2024

УДК 556

Ткаченко Ю.А., Полевой Е.В., Ткаченко П.Н.

Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Московская область,
Российская Федерация

e-mail: yu.tkachenko@agz.50.mchs.gov.ru

ОЦЕНКА МУЛЬТИКОЛЛИНЕАРНОСТИ МЕЖДУ ФАКТОРАМИ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕДОВЫХ ЗАТОРОВ

Аннотация. В статье излагается подход к определению мультиколлинearности между независимыми переменными, которыми являются значения факторов образования затора, для оценки их применения при построении регрессионной зависимости между фактом затора и факторами его образования.

Ключевые слова: ледовые заторы, мультиколлинearность, регрессионная зависимость

Tkachenko Yu.A., Polevoy E.V., Tkachenko P.N.

Civil Defence Academy Emercom of Russia, Khimki, Moscow region, Russia

ASSESSMENT OF MULTICOLLINEARITY BETWEEN THE FACTORS OF ICE CONGESTION FORMATION

Abstract. The article describes an approach to determining multicollinearity between independent variables, which are the values of the factors of congestion formation, to assess their application in constructing a regression relationship between the fact of congestion and the factors of its formation.

Key words: Ice jams, multicollinearity, regression dependence

Для обоснования рационального варианта распределения сил и средств РСЧС для выполнения превентивных мероприятий по защите населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями, необходимо определить вариант распределения сил и средств таким образом, чтоб это способствовало снижению времени на выполнение превентивных мероприятий.

К решению данной задачи невозможно подойти без прогнозной модели наводнений вызванных заторными явлениями. В таком случае необходимо построить регрессионную модель, в которой зависимой переменной будет выступать факт затора, а независимыми переменными будут выступать значения факторов образования затора.

Накопленные за достаточно большой период наблюдений статистические сведения о фактах затора и значениях факторов их образования позволяют с помощью регрессионного анализа выявить их зависимость. Однако факторов,

влияющих на образование затора достаточно большое количество, и необходимо определить среди них такие которые имеют значительное влияние на зависимую переменную. Для этого подбираются статистические данные по всем факторам, оказывающим влияние на факт затора (зависимая переменная), строятся матрицы парных коэффициентов корреляции, оцениваются значения показателей множественной корреляции, исключаются факторы с низкой корреляцией с зависимой переменной.

Таким образом определяется группа факторов, вызывающих наводнения, вызванные заторными явлениями и на которые мы можем влиять инженерно-техническими мероприятиями превентивного характера, такие как глубина дна реки, толщина льда, прочность льда, расход воды и ширина русла [1].

Вместе с тем, некоторые из этих факторов также могут иметь влияние друг на друга. Необходимо выявить среди всех факторов образования затора, значимые факторы, которые не имеют между собой коллинеарности. Тогда следующим шагом становится проверка на мультиколлинеарность. Одним из методов такого исследования является алгоритм Фаррара-Глобера [2].

При построении прогнозной модели множественной регрессии может быть серьезной проблемой наличие мультиколлинеарности, так как при наличии мультиколлинеарности модель может быть не стабильна, и невозможно однозначно определить коэффициенты регрессии уравнения и определить точное влияние (вклад) переменных (факторов образования затора) на прогноз образования затора, который приведет к наводнению. В этом случае выводы о коэффициентах и уравнению регрессии будут не надежными.

Учитывая, что целью исследования модели является степень влияния каждого фактора на прогноз вероятности затора, то мультиколлинеарность исказит степень влияния между переменными.

Оценка наличия мультиколлинеарности производится по степени корреляционной связи между всеми переменными. Для этого, сначала производится построение матрицы межфакторной корреляции.

Коэффициенты межфакторной корреляции определяются по зависимости 1.

$$r_{x,y} = \frac{\frac{\sum x_i y_i}{n} - \frac{\sum x_i}{n} \frac{\sum y_i}{n}}{\sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum x_i}{n}\right)^2} \sqrt{\frac{\sum y_i^2}{n} - \left(\frac{\sum y_i}{n}\right)^2}}, \quad (1)$$

где $r_{x,y}$ – коэффициент корреляции между двумя переменными x и y ;

i – порядковый номер переменной;
 n – количество периодов наблюдений;

В таблице 1 представлена матрица межфакторной корреляции, полученная при исследовании статистических данных о значениях факторов образования затора в черте города Томск.

Таблица 1

Матрица межфакторной корреляции значений факторов образования затора

	Факт затора	Глубина реки	Толщина льда	Прочность льда	Расход воды	Ширина реки
Факт затора	1	-0,91	0,86	0,85	-0,99	-0,91
Глубина реки	-0,91	1	0,33	0,32	0,42	-0,21
Толщина льда	0,86	0,33	1	-0,14	-0,50	0,53
Прочность льда	0,85	0,32	-0,14	1	0,67	0,45
Расход воды	-0,99	0,42	-0,50	0,67	1	0,43
Ширина реки	-0,91	-0,21	0,53	0,45	0,43	1

Коэффициенты корреляции показывают о достаточно тесной связи между зависимой и независимыми переменными. Низкие коэффициенты межфакторной корреляции позволяют сделать предположение об отсутствии связи между независимыми переменными. Для проверки этой гипотезы проверяется наличие или отсутствие мультиколлинеарности.

Для этого находится наблюдаемый критерий χ^2 по формуле:

$$\chi^2 = - \left(n - 1 - \frac{1}{6}(2k + 5) \right) \ln D, \quad (2)$$

где n – количество периодов наблюдений (133 года);

k – количество факторов образования затора (5 факторов);

D – определитель матрицы межфакторной корреляции;

наблюдаемый критерий $\chi^2 = 3,2$.

Сравнение полученного наблюдаемого критерия с табличным позволяет сделать вывод о наличии или отсутствии мультиколлинеарности исследуемых факторов.

Для определения табличного значения критерия χ^2 задается уровень

значимости и рассчитывается степень свободы по формуле 3.

$$\frac{1}{2}k(k - 1), \quad (3)$$

где k – количество факторов образования затора (5 факторов).

Табличное значение критерия $\chi^2 = 18,31$ при уровне значимости 0,05 и степени свободы 10.

Следовательно, факторы образования затора, такие как глубина дна реки, толщина льда, прочность льда, расход воды и ширина русла выбраны корректно и на основании значений этих факторов можно строить регрессионную зависимость между фактом затора и факторами его образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ткаченко Ю.А. О подходе к решению задачи снижения вероятности возникновения заторов на участке реки / Ю.А. Ткаченко, П.Н. Ткаченко, Е.В. Иванов // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21, № 1. С. 56-64.
2. Farrar Donald E., Glauber Robert R. Multicollinearity in regression analysis: The problem revisited // The review of economics and statistics. 1967. № 49 (1). P. 92-107.

© Ткаченко Ю.А., Полевой Е.В., Ткаченко П.Н., 2024

УДК 502.5

Ахтямов Р.Г.¹, Шапошников А.С.²

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: ahtamov_zchs@mail.ru

ПОДЗЕМНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ХРАНЕНИЕ УЛОВЛЕННОГО УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Аннотация. Проведен анализ потенциала и международной практики хранения уловленного углекислого газа в геологических формациях, а также анализ естественных геологических скоплений и механизмов удерживания углекислого газа. С учетом результатов оценки потенциальных рисков, возникающих при хранении углекислого газа в геологических формациях показан потенциал улавливания и захоронения углекислого газа в геологических формациях на территории Российской Федерации. Выявлены барьеры для развития технологии улавливания и захоронения углекислого газа, а также сформулированы необходимые шаги для успешного развития подобных проектов и меры по реализации потенциала подземного хранения уловленного углекислого

газа в России.

Ключевые слова: изменение климата; смягчение последствий изменения климата; парниковые газы; поглощение выбросов; улавливание углекислого газа; подземное хранение

Akhtyamov R.G.¹, Shaposhnikov A.S.²

¹Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university, Saint-Petersburg, Russian Federation

²Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

UNDERGROUND GEOLOGICAL STORAGE OF CAPTURED CARBON DIOXIDE

Abstract. An analysis of the potential and international practice for storing captured carbon dioxide in geological formations was carried out, as well as an analysis of natural geological accumulations and mechanisms of carbon dioxide retention. Taking into account the results of assessing the potential risks arising from the storage of carbon dioxide in geological formations, the potential for capturing and storing carbon dioxide in geological formations on the territory of the Russian Federation is shown. Barriers to the development of carbon dioxide capture and storage technology have been identified, and the necessary steps for the successful development of such projects and measures to realize the potential of underground storage of captured carbon dioxide in Russia have been formulated.

Keywords: climate change; climate change mitigation; greenhouse gases; absorption of emissions; carbon dioxide capture; underground storage

Антропогенный вклад в изменение климата и повышение вероятности реализации факторов климатического риска приведен в оценочном докладе межправительственной группы экспертов по изменению климата при ООН [1] и в докладе об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [2]. Мерами по борьбе с климатическими изменениями являются адаптация к прогнозируемым изменениям и смягчение последствий изменения климата.

Подземное накопление углекислого газа (CO₂) представляет собой широко распространенное геологическое явление с естественным удерживанием CO₂ в подземных резервуарах. Имеющийся мировой опыт закачки и хранения CO₂ из ряда существующих проектов по повышению нефтеотдачи пластов (Sleipner, Weyburn, In Salah), указывают на возможность хранения CO₂ в геологических формациях в качестве варианта снижения концентрации CO₂ в атмосферном воздухе [3, 4].

Потенциальные места для подземного хранения уловленного углекислого

газа широко распространены во многих осадочных бассейнах мира и могут быть оценены как достаточные для хранения значительной части выбросов CO₂ от антропогенных источников.

Инженерная закачка CO₂ в подземные геологические формации впервые была реализована в США в начале 1970-х годов в рамках проектов повышения нефтеотдачи пластов. Дальнейшее развитие технологии геологического хранения CO₂ происходило в силу следующих причин:

– происходил рост количества как демонстрационных, так и коммерческих проектов по закачиванию углекислого газа в геологические формации, как следствие была показана техническая возможность и практическая значимость;

– сформировалось понимание того, что данная технология может рассматриваться в качестве одного из вариантов смягчения последствий изменения климата;

– широкое внедрение технологии закачивания уловленного углекислого газа в геологические формации может способствовать сокращению выбросов парниковых газов.

Однако потенциал хранения CO₂ под землей характеризуется высокой неопределённостью и его оценки разнятся. Во многом это обусловлено тем, что наибольшим потенциалом на сегодняшний день обладают минерализованные водоносные пласты, однако их изученность в мире невелика. Стоит отметить, что наиболее изученными регионами являются США, Китай и Европа [1].

Анализ потенциала по геологическому хранению показывает, что данная область требует дальнейшего изучения и уточнения во всем мире. Тем не менее, имеющаяся на текущий момент информация показывает, что для крупных источников выбросов CO₂ нехватка подземных геологических формаций не является сдерживающим фактором по отношению к внедрению технологий улавливания и хранения CO₂.

Эффективность геологического хранения зависит от сочетания физических и геохимических механизмов улавливания. Наиболее эффективными местами хранения являются зоны, где CO₂ неподвижен, вследствие постоянного нахождения под низкопроницаемым слоем геологической формации, а также адсорбируется на поверхности угольных микропор физическими и химическими механизмами захвата.

Физическое улавливание CO₂ под низкопроницаемыми сланцами или соляными пластами, является основным средством хранения CO₂ в геологических формациях. Осадочные бассейны имеют подобные физические ловушки, которые заняты в основном соленой водой, нефтью и газом. К структурным ловушкам относятся геологические формации образованные складчатыми или

трещиноватыми горными породами. Стратиграфические ловушки образуются в результате изменения типа горных пород, вызванного изменением обстоятельств формирования породы. Описанные типы ловушек подходят для хранения CO₂, при условии не превышения допустимого избыточного давления для предотвращения разрушения пласта или реактивация разломов.

Потенциальные риски от геологического хранения CO₂ для людей и экосистем могут возникнуть из-за утечек в нагнетательных скважинах, заброшенных скважинах, утечках через геологические разломы и вследствие разрушения водоупорных слоев.

Крупнейшие источники эмиссии CO₂ в России преимущественно расположены в Центральном, Уральском и Приволжском федеральном округе. Главным образом к ним относятся предприятия нефтегазового комплекса, горно-металлургического комплекса и машиностроения [5, 6].

К наиболее привлекательному региону для проектов по улавливанию CO₂ относится Волго-Уральский регион, также перспективным может быть Центральный регион, в частности – московская агломерация и юг сибирского федерального округа.

Обобщение данных проведенного анализа показывают, что наиболее перспективным регионом для улавливания и хранения углекислого газа является Волго-Уральский регион. Данный регион включает в себя ряд месторождений с высокой степенью выработанности запасов углеводородов, а также в регионе расположено большое количество промышленных объектов в относительно небольшой удаленности от нефтяных месторождений (Коми, Пермский край, Татарстан, Самарская область, Оренбургская область, Башкортостан, Челябинская область).

Хотя существуют различия между естественными скоплениями и искусственным хранением CO₂ в геологических образованиях, считается вероятным, что более 99 % закаченного CO₂ будет удерживаться в течение 1000 лет и более в геологических формациях. Истощенные нефтегазоносные, а также угольные пласты могут использоваться для хранения CO₂. Углекислый газ может устойчиво связываться и храниться под землей благодаря таким механизмам как: улавливание под непроницаемым ограничивающим слоем; удерживание в виде неподвижной фазы, депонированной в поровых пространствах поземных формаций; растворение в содержащейся в пласте жидкости; и/или адсорбция органическим веществом в угле и сланце.

Кроме того, углекислый газ становится меньше подвержен перемещению и высвобождению в результате действия механизмов химического связывания вследствие реакции с минералами.

Для закачки CO₂ в глубокие геологические формации могут быть использованы существующие технологии, разработанные и применяемые в нефтегазовой промышленности. Технология бурения скважин, закачки в скважины, модели динамики жидкости и газа, а также имеющиеся методы мониторинга потенциально могут быть адаптированы для удовлетворения потребностей геологического хранения углекислого газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Masson-Delmotte V. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, et al. // Cambridge University Press. 2021. Pp. 3056.
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В.М. Катцова; Росгидромет. Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2022. 676 с.
3. Metz B. IPCC, 2005: IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Metz B., Davidson O., de Coninck H. C., Loos M., et al. // Cambridge University Press. 2005. Pp. 442.
4. Ахтямов Р.Г. Анализ источников выбросов и видов парниковых газов, а также путей адаптации России к изменению климата // Безопасность жизнедеятельности. 2023. № 10 (274). С. 27-33.
5. Технологии по улавливанию, хранению и использованию углерода (CCUS) – технологическая основа декарбонизации тяжелой промышленности в РФ. Доступно по: <https://www.skoltech.ru/app/data/uploads/2022/11/CCUS-Skolteh-2022-11-10.pdf>
6. Зубова Л.Г., Харламова А.В. Эдафические условия рекультивированных терриконов // Агроэкологичний журнал. 2012. № 1. С. 41-47.

© Ахтямов Р.Г., Шапошников А.С., 2024

УДК 502.05

Ахтямов Р.Г.¹, Шапошников А.С.²

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: ahtamov_zchs@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕР АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация. Меры адаптации объектов транспортной инфраструктуры к климатическим изменениям в значительной мере определяются типом и расположением анализируемого объекта, с учетом срока эксплуатации. Не смотря на то, что технические меры адаптации могут рассматриваться как основа обеспечения безопасности по отношению к факторам климатического риска, принятие дополнительных или альтернативных природных мер позволит осуществить эффективную адаптацию более экономично на основе устойчивых и долгосрочных решений. Для научно-обоснованного определения приоритетности мер адаптации, необходима оценка потенциальных последствий реализации факторов климатического риска и включение их в общую методологию оценки риска с целью систематической оценки, как частоты экстремальных явлений, так и их последствий для объектов транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: изменение климата; железнодорожный транспорт; транспортная инфраструктура; адаптация; смягчение; неопределенность

Akhtyamov R.G.¹, Shaposhnikov A.S.²

¹Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university, Saint-Petersburg, Russian Federation

²Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

CLIMATE CHANGE ADAPTATION MEASURES FOR TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Abstract. Measures to adapt transport infrastructure facilities to climate change are largely determined by the type and location of the analyzed facility, taking into account its service life. While technical adaptation measures can be seen as the basis for ensuring safety in relation to climate risks, the adoption of additional or alternative nature-based measures will allow effective adaptation to be carried out more cost-effectively based on sustainable and long-term solutions. For scientifically based prioritization of adaptation measures, it is necessary to assess the potential consequences of the implementation of climate risk factors and their inclusion in the general risk assessment methodology in order to systematically assess both the frequency of extreme events and their consequences for transport infrastructure

facilities. When planning and developing adaptation measures, it is necessary to assess the implications of potential conflicts in achieving adaptation goals, and to take advantage of opportunities to create synergies with climate change mitigation goals and other environmental goals.

Keywords: climate change; railway transport; transport infrastructure; adaptation; mitigation; uncertainty

Необходимость адаптации к меняющемуся климату – это вопрос, которому в последнее десятилетие уделяется все больше внимания. Прогнозируется, что глобальное потепление продолжится, при этом среднегодовая температура превысит температуру в период 1980-1999 гг. на 6,4 °С к концу столетия, учитывая сценарий, при котором антропогенные выбросы продолжают увеличиваться [1].

Адаптация может быть упреждающей/проактивной (до воздействия факторов климатического риска), последовательной/реактивной (реакция на воздействие факторов климатического риска), или плановой (основанная на принятых решениях и осознании того, что климатические условия изменились или что они изменятся).

В качестве уязвимостей объектов транспортной инфраструктуры к факторам климатического риска отмечено, что железнодорожная инфраструктура Канады чувствительна к экстремальным температурам и что волны холода оказывают более негативное влияние, по сравнению с волнами тепла. Основным фактором, оказывающим негативное воздействие на объекты транспортной инфраструктуры Индии, является увеличение количества осадков с последующим возникновением оползней. Порог количества осадков для возникновения оползней определен в 200 мм за 24 часа, и показано, что прогнозируемый уровень осадков может превысить этот порог в 2080 году. Также отмечена необходимость более детальной оценки, других факторов климатического риска. В соответствии с оценкой потенциального воздействия климата на объекты транспортной инфраструктуры США показано, что значительную часть причин возникновения аварий на железнодорожном транспорте составляют экстремальные явления, такие как наводнения, лавины, грозы, торнадо и тропические циклоны. Также выявлена необходимость оценки эффективности стратегий по устранению последствий изменения климата [2].

Примером планомерной адаптации является железная дорога Цинхай-Тибет, часть которой расположена на вечной мерзлоте со средней годовой температурой грунта от 0 до -1 °С. В качестве технических мер адаптации приведена изоляция грунта, применение затеняющих панелей и систем охлаждения грунта [3].

В соответствии с отчетом о влиянии погоды, климата и изменения климата на безопасность железнодорожной системы выявлены следующие факторы климатического риска: избыток или уменьшение количества осадков, высокая температура и повышение уровня моря. Хотя риски, связанные с изменением климата обозначены как второстепенные, приведены рекомендации по внедрению ряда технических мер по адаптации объектов транспортной инфраструктуры. Часть мер относится к запланированной адаптации, а ряд мероприятий направлены на создание адаптационного потенциала к будущим изменениям климата.

Реализация факторов климатического риска в настоящее время является причиной ряда отказов объектов транспортной инфраструктуры, однако в условиях меняющегося климата данные факторы могут стать одной из основных причин отказов, технических сбоев, повреждения, разрушения и невозможности дальнейшего использования транспортной инфраструктуры. При этом в настоящее время в России имеется недостаток систематического картирования текущих и будущих угроз, связанных с изменением климата. К основным угрозам, связанным с изменением климата, которые представляют угрозу функционированию инфраструктуры, относятся высокий уровень воды вследствие интенсивных осадков, высокие скорости ветра, а также экстремально высокие и низкие температуры. Основным риском, связанным с экстремально высокими температурами, является повышение вероятности коробления рельсов. Кроме того, одной из уязвимостей системы железнодорожного транспорта является сравнительно более низкая физическая гибкость в случае выхода из строя объектов инфраструктуры, что оказывает значительное влияние на время восстановления после инцидентов и аварий.

Также немаловажным является взаимозависимость с другими типами инфраструктуры, например, нарушение электроснабжения от внешних сетей напрямую влияет на функциональность системы железнодорожного транспорта. При этом события, связанные с реализацией факторов климатического риска, часто затрагивают все системы одновременно на определенной территории.

Условия, определяемые подстилающей поверхностью территории, на которой размещены объекты транспортной инфраструктуры, влияют на устойчивость к резкому выпадению значительного количества осадков или сбоям в дренажной системе. При этом безопасность эксплуатации тяжеловесного или скоростного подвижного состава в значительной мере определяется стабильностью грунтовых и гидрогеологических условий.

Повышение безопасности взаимозависимых отраслей может быть обеспечено развитием инженерного потенциала и выработки мер регулирования

при проектировании климатически устойчивых сетей инфраструктуры. Также возможно расширение использования инфраструктуры, имеющей двойное назначение, например обеспечение функционирования одной из отраслей и реализация мер адаптации для смежной отрасли. Таким образом, может быть реализован подход к адаптации заключающийся в коэволюции объектов инфраструктуры, окружающей и городской среды. Например, автомобильные и железнодорожные насыпи, служащие защитой от наводнений [4], туннель для дорожного движения, который может использоваться для отвода паводковых вод [5].

Последствия климатических изменений, сказывающиеся на работоспособности объектов транспортной инфраструктуры можно разделить на: ограничения, ведущие к задержкам; нарушения, ведущие к снижению пропускной способности и полной остановке движения; экстремальные события, приводящие к сбоям в работе систем и авариям. При этом, даже менее экстремальные последствия, такие как задержки в движении, являются стратегически важными для функционирования железнодорожной отрасли.

Серьезные последствия изменения климата связаны с авариями, возникающими вследствие коробления рельсов и сбоев в дренажной системе. За этими инцидентами стоит каскад событий, влияющих на работоспособность транспортной сети в целом. Так, при рассмотрении последствий высокого уровня воды вследствие наводнений различного происхождения наиболее серьезные отказы возникают на объектах транспортной инфраструктуры имеющих большой срок эксплуатации. При этом значимым является потенциал сочетания новых угроз с существующими условиями эксплуатации, так засушливые условия в летний период, или ранее промерзание почв в осенний период в сочетании с интенсивными осадками, могут привести к катастрофическим последствиям для функционирования дренажной системы вследствие снижения способности почвы поглощать воду.

Анализ мер адаптации описанных в Плане адаптации к изменениям климата в области транспорта [6] показывает, что они в большей мере обусловлены целью адаптации к текущим климатическими изменениями, нежели к условиям будущего климатического изменения. Несмотря на то, что технические меры адаптации могут рассматриваться как основа обеспечения безопасности по отношению к факторам климатического риска, принятие дополнительных или альтернативных природных мер позволит осуществить эффективную адаптацию более экономично на основе устойчивых и долгосрочных решений. Также, в ряде случаев технических меры адаптации являются четко детерминированными, что в значительной мере лишает лиц, принимающих решение гибкости при выборе

комплекса мероприятий для конкретной территории. Кроме того, технические меры могут значительно изменить естественную адаптационную способность, например, территория подверженная наводнениям, при возведении на ней защитной дамбы, становится более уязвимой к опасностям наводнений при повреждении, разрушении или ошибках при проектировании или строительстве дамбы.

На основе проведенного анализа сформулированы следующие рекомендации по разработке и совершенствованию мер адаптации объектов транспортной инфраструктуры:

1. Проведение систематического картирования различных типов климатических угроз, уязвимостей и их последствий в целях разработки и реализации мер по адаптации объектов транспортной инфраструктуры к изменению климата. Картирование также позволит определить приоритетность мер адаптации с учетом территориального распределения и особенностей функционирования объектов транспортной инфраструктуры.

2. Изменение климата следует учитывать на ранних этапах процесса планирования развития транспортной системы. Изменение климата также должно быть включено в анализ рисков и уязвимости, которые используются в процессе планирования развития транспортной системы.

3. Для научно-обоснованного определения приоритетности мер адаптации, необходима оценка потенциальных последствий реализации факторов климатического риска и включение их в общую методологию оценки риска с целью систематической оценки, как частоты экстремальных явлений, так и их последствий для объектов транспортной инфраструктуры.

4. Методология оценки рисков, направленная на прогноз будущего воздействия факторов климатического риска должна включать не только сведения о прошлых экстремальных событиях, но также исследовательские и экспертные инструменты оценки данных факторов.

5. При планировании и разработке мер адаптации необходимо оценивать последствия потенциальных конфликтов в достижении целей адаптации, а также использовать возможности создания синергетических эффектов с целями по смягчению последствий изменения климата, а также другими экологическими целями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Pörtner HO. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Pörtner HO, Roberts DC, Tignor M, Poloczanska ES, et al. // Cambridge University Press. 2023. Pp. 3056.

2. Rossetti M.A. Potential impacts of Climate Change on Railroads. Report for the U.S. Department of Transportation. 2002.
3. Cheng G., Sun Z., Niu F. Application of the roadbed cooling approach in Qinghai-Tibet railway engineering. Cold Regions Science and Technology. 2008. Vol. 53. № 3. Pp. 241-258.
4. Climate Resilient Infrastructure: Preparing for a Changing Climate. Presented to Parliament by the Secretary of State for Environment, Food and Rural Affairs by Command of Her Majesty, May 2011.
5. Rieker K. Construction of a combined Stormwater Management and Road Tunnel in Kuala Lumpur, Malaysia. Tunnelling and Underground Space Technology. V. 21, Issues 3–4. 2006. P. 360.
6. План адаптации к изменениям климата в области транспорта (утв. приказом Министерства транспорта от 02.03.2022 № 69).

© Ахтямов Р.Г., Шапошников А.С., 2024

1.3. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 331.46

Артамонов К.А.

Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: kon.artamonov2017@yandex.ru

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ НА ПЕРРОНЕ АЭРОПОРТА

Аннотация. Статистические данные о травматизме в России за последние годы показаны, что их количество уменьшилось. Обнаружено, что травмы и профессиональные заболевания у работников, которые занимаются обслуживанием авиатехники на перроне в гражданской авиации, связаны с факторами внешней среды и поведением человека. Для предотвращения травматизма разработаны рекомендации.

Ключевые слова: аэропорт, травматизм, условия труда, несчастный случай, воздушное судно

Artamonov K.A.

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

INDUSTRIAL INJURIES ON THE AIRPORT PLATFORM

Abstract. Statistics on injuries in Russia in recent years show that their number has decreased. It was found that injuries and occupational diseases in employees who are engaged in maintenance of aircraft on the apron in civil aviation are associated with environmental factors and human behavior. Recommendations have been developed to prevent injuries.

Keywords: airport, injuries, working conditions, accident, aircraft

Основным принципом государственной политики в области охраны труда является приоритет сохранения жизни и здоровья работников. Этот принцип требует проведения исследований состояния производственного травматизма, условий труда, а также реализации основных мероприятий по охране труда, особенно в отраслях с высоким уровнем профессиональных вредностей, например, в гражданской авиации.

Для аэропортов гражданской авиации характерно наличие значительного количества опасных [1] и вредных производственных факторов, влияющих на здоровье и безопасность работников авиационной отрасли. Например, персонал службы авиационного проектирования и технического обслуживания подвергается повышенному уровню авиационного шума, работает на высоте и

перемещается по территориям, потенциально покрытым снегом и льдом. Снижение травматизма важной задачей для организаций авиатранспортной отрасли [2].

Цели исследования:

1. Выявление коренных причин производственного травматизма. Изучая закономерности и тенденции производственного травматизма, исследователи могут определить основные причины несчастных случаев и инцидентов на рабочем месте.

2. Определение ключевых областей для улучшения: Понимание основных причин производственного травматизма позволяет определить приоритетные области, где вмешательства и улучшения наиболее необходимы.

3. Разработка эффективных стратегий профилактики: на основе результатов исследования можно разработать целевые стратегии по снижению производственного травматизма.

4. Совершенствование систем управления охраной труда. Результаты исследований могут способствовать совершенствованию существующих систем управления охраной труда, обеспечивая их эффективность в устранении опасностей на рабочем месте и повышении благополучия работников.

Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом в расчете на 10000 работающих, всего.

Согласно статистике, за 2021 год [3], наибольшее количество несчастных случаев на производстве, которые привели к серьезным последствиям для пострадавших, было зафиксировано в следующих федеральных округах (рис. 1).

1	Сибирский федеральный округ	15.52	
2	Дальневосточный федеральный округ	15.2	
3	Уральский федеральный округ	12.95	
4	Северо-Западный федеральный округ	11.48	
5	Приволжский федеральный округ	10.1	
6	Центральный федеральный округ	8.78	
7	Южный федеральный округ	8.25	
8	Северо-Кавказский федеральный округ	5	

Рис. 1. Статистика производственного травматизма по округам РФ

Согласно статистике Росавиации за 2015-2019 г. показатели производственного травматизма в организациях воздушного транспорта без учета пострадавших в авиационных происшествиях.

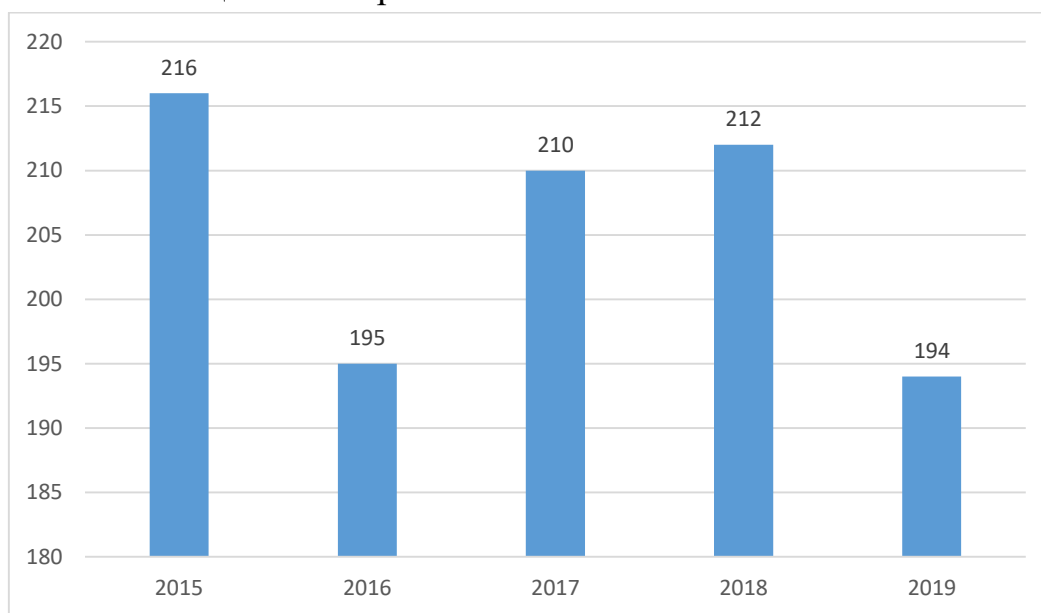


Рис. 2. Данные о производственном травматизме в гражданской авиации за 2015-2019 гг.

Из вышеперечисленных статистических данных следует, что количество смертей при несчастных случаях на производстве в гражданской авиации постепенно уменьшается. Это связано с рядом факторов, таких как: совершенствование мер безопасности на производстве, улучшение системы безопасности полетов и повышение квалификации персонала.

Основными причинами производственного травматизма, где по данным Росавиации, являются:

1. Психофизиологические причины:

- психологические причины: нарушение работником трудового распорядка; неосторожность, невнимательность, поспешность пострадавшего – 56%;
- физиологические причины: утомление, физическое перенапряжение, внезапное нарушение нормального состояния пострадавшего – 11%.

2. Технические причины: неблагоприятные метеорологические условия, неудовлетворительное состояние территории, прочие причины – 11%.

3. Организационные причины: несовершенство технологического процесса и прочие организационные причины – 22%.

Причины несчастных случаев на производстве в гражданской авиации распределены на рис. 3.

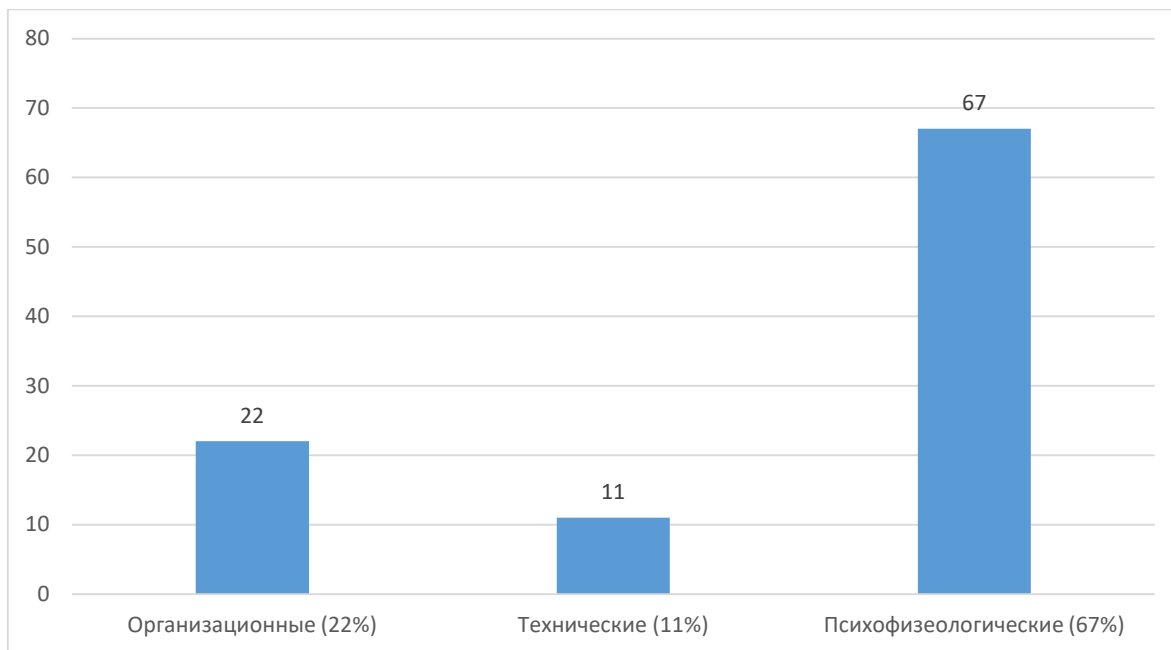


Рис. 3. Характерное распределение причин несчастных случаев на производстве в гражданской авиации

Работа в авиапредприятии сопряжена не только с ответственностью и чёткой координацией действий, но и с воздействием различных природных факторов. Ветер, солнце, высокая или низкая температура – все это может влиять на самочувствие и работоспособность сотрудников, ухудшая концентрацию внимания, увеличивая утомляемость и даже приводя к ошибкам.

Влияние ветра:

Сильные порывы ветра могут осложнять погрузку и разгрузку багажа, а также создавать трудности при маневрировании самолетов.

Для диспетчеров и других специалистов, работающих на открытом воздухе, ветер может стать причиной дискомфорта и даже озноба.

Влияние солнца:

Прямые солнечные лучи могут слепить пилотов и диспетчеров, создавая опасные ситуации.

Жара может вызывать утомление, обезвоживание и снижение концентрации внимания.

Влияние температуры:

Низкие температуры могут приводить к ознобу, околению и потере чувствительности, что особенно опасно для тех, кто работает на высоте.

В жаркую погоду перегрев может вызывать головные боли, тошноту и головокружение, а также снижать работоспособность.

Для того, чтобы минимизировать влияние природных факторов на работу сотрудников авиапредприятия, необходимо:

Обеспечить работников спецодеждой и средствами индивидуальной защиты, соответствующими погодным условиям.

Оборудовать рабочие места системами кондиционирования и вентиляции.

Регулярно проводить инструктажи по технике безопасности, в том числе по работе в экстремальных погодных условиях.

Обеспечивать доступ к питьевой воде и предоставлять возможности для отдыха в тени.

В целях предупреждения производственного травматизма, на основе проведённого анализа обстоятельств несчастных случаев в аэропортах, следует:

- обучать работников внимательности, осмотрительности, осторожности как при передвижении, так и при выполнении работ;

- обеспечить обязательное соблюдение работниками требований законодательства Российской Федерации;

- необходимо обеспечить обязательное наличие и использование следующих средств индивидуальной и коллективной защиты в данном случае:

специальной одежды, которая должна быть прочной, легкой и светоотражающей;

защитной обуви с антискользящей подошвой и стальными носками;

средств защиты головы, таких как каски и кепки;

средств защиты глаз, например, очки и щитки;

средств защиты органов дыхания, включая респираторы и противогазы;

средств защиты слуха, таких как беруши и наушники.

- обеспечить обязательное своевременное и качественное прохождение работниками периодических медицинских осмотров;

- перед началом зимнего периода обеспечить обработку территории и пешеходных дорожек реагентами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.И. Динамика факторов риска производственной среды при наземном обслуживании авиационной техники / А.И. Иванов, Н.И. Николайкин, Ю.Г. Худяков // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. №204. С. 44-49.

2. Анализ производственного травматизма и профессиональной заболеваемости – URL [Электронный ресурс]: https://fnpr.ru/upload/iblock/557/s70zsdwk58oi0uhvejbcceyz06nr1fibtq/Informatsiya_o_rabote_TIT_v_2022_godu_ITOG_NA_SAYT.pdf?ysclid=lto8h59ije62356779 (дата обращения 25.05.2024).

3. Производственный травматизм по данным Федеральной службы государственной статистики на 2021 год URL [Электронный ресурс]: <https://statprivat.ru/zn?r=6> (дата обращения 25.05.2024).

4. Малков Е.В., Мишутинская Е.Н. Федеральное агентство воздушного транспорта Автономная некоммерческая организация «Институт безопасности труда» URL [Электронный ресурс]: <https://favt.ru/public/materials/9/2/0/d/5/920d5ab5c758419267c118abeea11722.pdf> (дата обращения 23.05.2024).

5. Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2020 году URL [Электронный ресурс] https://vcot.info/uploads/researches_file/619cbdc415951343985474.pdf.

© Артамонов К.А., 2024

УДК 331.46

Чайка В.А.

Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: volodjka30@gmail.com

ТРАВМАТИЗМ АВИАТЕХНИКОВ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Аннотация. Приведены статистические данные о производственном травматизме в мировой и отечественной гражданской авиации за последнее время. Показано, что число пострадавших и ежегодное число несчастных случаев со смертельным исходом за этот период уменьшилось. Констатируется, что при наземном обслуживании авиатехники в гражданской авиации происходят травмы и профессиональные заболевания, аналогичные имеющим место на промышленных предприятиях. Для предупреждения производственного травматизма, предложен ряд организационных, технических мероприятий.

Ключевые слова: аэропорт, травматизм, условия труда, несчастный случай, воздушное судно

Chaika V.A.

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

INJURIES OF AIRCRAFT TECHNICIANS IN CIVIL AVIATION

Abstract. Statistical data on industrial injuries in the world and domestic civil aviation in recent years are presented. It is shown that the number of victims and the

annual number of fatal accidents decreased during this period. It is stated that during ground maintenance of aircraft in civil aviation, injuries and occupational diseases occur, similar to those occurring in industrial enterprises. To prevent occupational injuries, a number of organizational and technical measures have been proposed.

Keywords: airport, injuries, working conditions, accident, aircraft

Труд – это высшая форма деятельности, неотъемлемая от человеческой жизни. Процесс труда является вечным и естественным условием жизни человека.

Обеспечение безопасности работников при выполнении любой работы становится всё более актуальной проблемой. Чем более сложно производство, тем выше риск возникновения негативных последствий для здоровья работников [1].

Авиационная отрасль, несомненно, является одной из важнейших и динамично развивающихся отраслей в мире. Она обеспечивает глобальную связь, ускоряет перемещение людей и товаров, а также играет ключевую роль в экономическом развитии стран. Однако за всей этой сияющей картиной скрывается ряд серьезных опасностей и рисков, связанных с человеческим здоровьем и безопасностью.

В данном контексте необходимо понимать, что авиационная отрасль приносит с собой не только пользу, но и потенциальные угрозы для человеческого здоровья и безопасности. От операций на земле до полетов в воздухе, работа в авиационной отрасли сопряжена с рисками, которые могут привести к травмам, заболеваниям и даже гибели персонала.

Снижение травматизма в гражданской авиации является одной из главных задач, стоящих перед отраслью. Для достижения этой цели нужно использовать ряд задач и стратегий, направленных на улучшение условий труда, профессиональную подготовку персонала и совершенствование технических аспектов авиационной деятельности.

Воздушный транспорт является самым безопасным видом транспорта. Так, например, в 2019 году было 53 аварии, в 2020 – 40 аварий, а в 2021г – 53 аварии по всему миру [2]. На дорожном транспорте за то же промежуток времени было 1350000, 1290000 и 1320000 аварий соответственно [3]. Статистика говорит сама за себя: вероятность погибнуть в авиакатастрофе крайне мала, около 0,0002% на один пассажиро-километр.

Факторы, обеспечивающие высокий уровень безопасности:

Многоуровневая система контроля: от разработки и тестирования самолетов до подготовки экипажей и обслуживания в аэропортах.

Современные технологии: использование новейших разработок в области авиационной техники и систем управления позволяет минимизировать риски происшествий.

Международные нормы и стандарты: ИКАО (Международная организация гражданской авиации) устанавливает единые правила безопасности полетов для всех стран-участниц.

Профессионализм персонала: пилоты, бортпроводники, диспетчеры и другие специалисты проходят тщательную подготовку и регулярно повышают свою квалификацию.

Постоянный анализ и улучшение: авиационная отрасль не стоит на месте, она постоянно развивается и совершенствуется, что позволяет еще больше повышать уровень безопасности.

Статистика производственного травматизма в гражданской авиации за последнее время представлена на рис. 1, 2 [4].

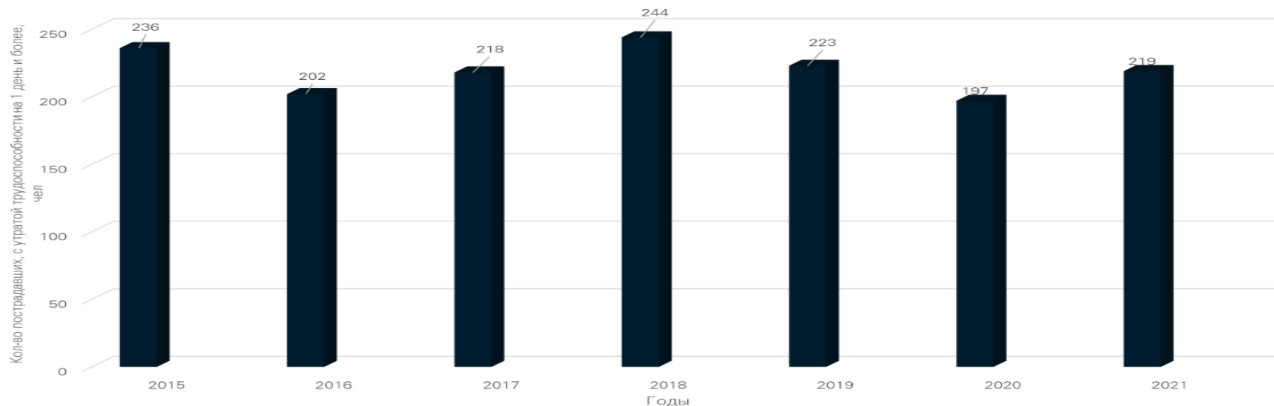


Рис. 1. Данные о производственном травматизме в гражданской авиации за 2015-2021 гг., с утратой трудоспособности работников на 1 день или более

Наибольшее число пострадавших было в 2018 году – 244 человека, а наименьшее в 2020 году – 197 человек, по отношению к среднесписочной численности сотрудников 211129 и 207920 человек соответственно.

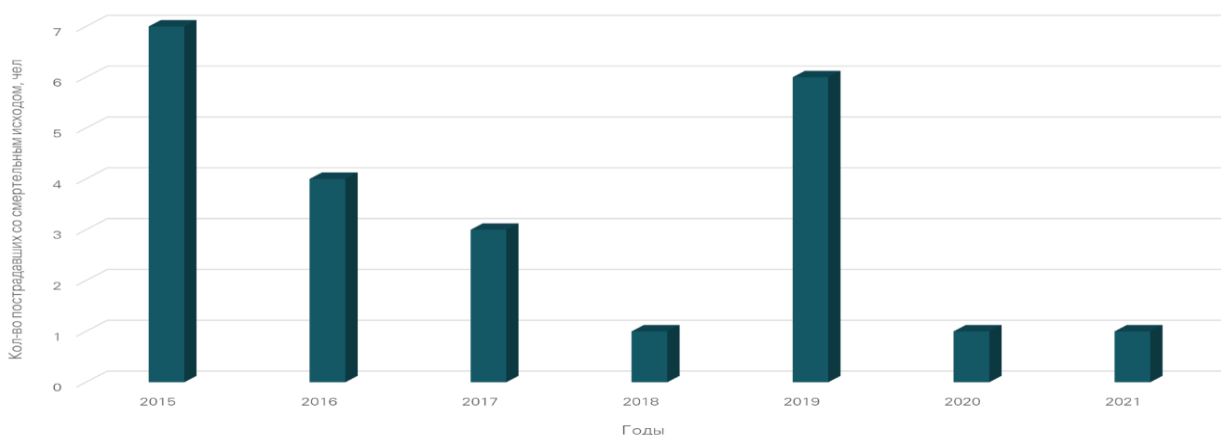


Рис. 2. Данные о производственном травматизме в гражданской авиации за 2015-2021 гг., со смертельным исходом

Наибольшее значение было в 2015 году – скончались 7 человек, а наименьший показатель в 2018, 2020, 2021 годах – умерло по одному человеку, по отношению к среднесписочной численности сотрудников 207087 человек в 2015 году и 211129, 207920, 207445 человек соответственно.

Из вышеперечисленных статистических данных следует, что количество смертей при несчастных случаях на производстве в гражданской авиации постепенно уменьшается [4]. Это связано с рядом факторов, таких как:

- совершенствование мер безопасности на производстве;
- улучшение системы безопасности полетов;
- повышение квалификации персонала.

Основными причинами производственного травматизма по данным Росавиации [4] являются:

1. Психофизиологические причины:

- психологические причины: нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда; неосторожность, невнимательность, пострадавшего;
- физиологические причины: утомление, физические нагрузки, внезапное нарушение нормального состояния пострадавшего.

2. Организационные причины: несовершенство технологического процесса и прочие организационные причины.

Важно отметить, что в большинстве случаев производственный травматизм является результатом взаимодействия нескольких факторов. Причины несчастных случаев на производстве в гражданской авиации распределены на рис. 3.

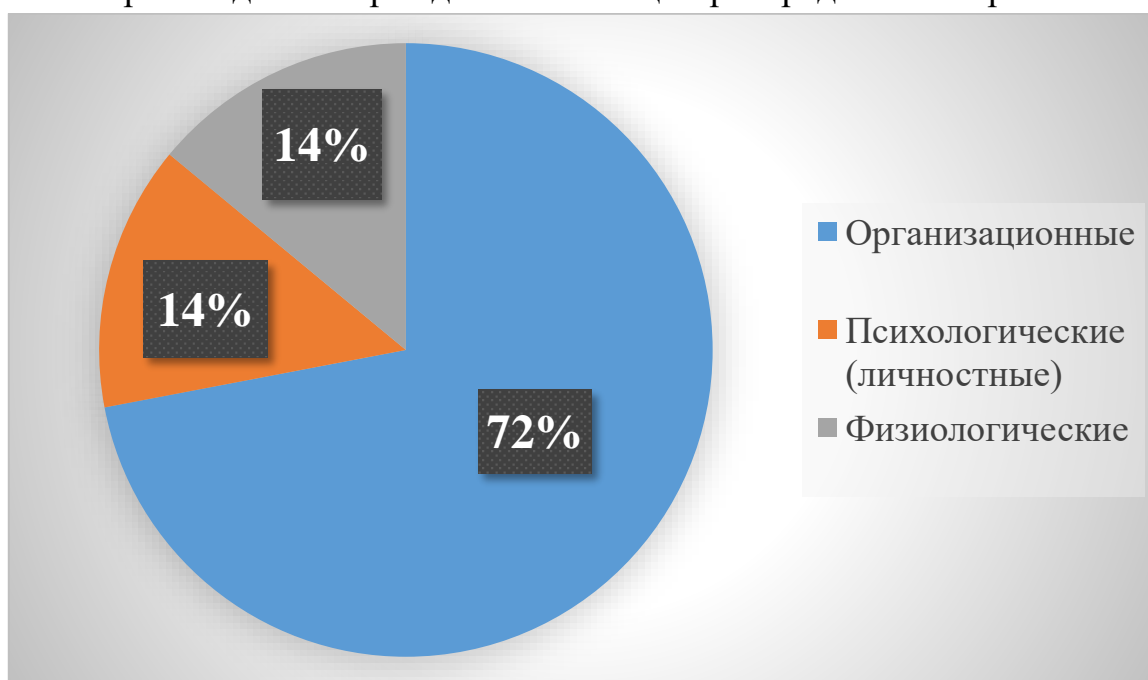


Рис. 3. Распределение производственных инцидентов в гражданской авиации

Из которых процент пострадавших работников, занятых обслуживанием воздушных судов (авиационных техников и специалистов по наземному обслуживанию) составляет 10,58% от общего числа пострадавших, из которых 16,67% со смертельным исходом, а 5,88% с тяжелым.

Наиболее частая причина травматизма – поскользывание, падение, однако в долгосрочной перспективе сотрудники рискуют получить проблемы со слухом из-за высокой зашумленности рабочего места и заболевания органов дыхания из-за вдыхания пыли и канцерогенов. В связи с этим, по специальной оценке условий труда у авиатехников установлен класс 3.2. Им доплачивается надбавка 8% от оклада за вредные условия труда [5].

В целях управления опасностями производственной среды [6] и снижения производственного травматизма, на основе проведенного анализа обстоятельств несчастных случаев в аэропортах, рекомендуется:

1. Руководителям структурных подразделений:

- своевременно и качественно организовывать обучение работников требованиям охраны труда;
- обеспечить обязательное соблюдение работниками требований законодательства Российской Федерации;
- обеспечить использование только исправного оборудования, машин, механизмов, инструментов и приспособлений, своевременность их обслуживания, ремонта, проверки и испытания;
- обеспечить обязательное наличие и использование исправных защитных ограждений, средств сигнализации и блокировки;
- обеспечить обязательное наличие и применение, предусмотренных нормами, средств индивидуальной и коллективной защиты, в данном случае:
- обеспечить регулярное и своевременное прохождение персоналом обязательных медицинских осмотров, гарантируя их качество;
- обеспечить разработку (переработку) технологической документации и инструкций по охране труда в установленные сроки;

2. Отделу охраны труда обеспечить контроль:

- за выполнением требований охраны труда;
- за обеспечением работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, их применением при выполнении работ;
- за своевременным устранением недостатков и нарушений, выявленных в ходе внутренних проверок условий и охраны труда;
- за своевременным принятием структурными подразделениями мер по содержанию закрепленной территории, служебной территории согласно периодам года;

- за разработкой инструкций по охране труда, своевременным внесением изменений и дополнений в них и их доведением до работников структурных подразделений, своевременным проведением инструктажей по охране труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николайкин Н.И. Методология оценки влияний условий труда персонала авиапредприятий на риски в авиатранспортных процессах / Н.И. Николайкин, Ю.Г. Худяков // Научный вестник МГТУ ГА. 2013. №197. С. 115-119.
2. Дьячков Д.В. Анализ статистики авиакатастроф на основе исследования множества факторов / Д.В. Дьячков, О.В. Золотарев // [Электронный ресурс] URL: <https://dental-press.ru/temp/e68b4a0ccacf47d06cb7f3b3d8e71c1c.pdf> (дата обращения 19.05.2024).
3. Всемирная организация здравоохранения «Глобальный доклад о состоянии безопасности дорожного движения» [Электронный ресурс] URL: <https://www.who.int/ru/news/item/19-10-2015-despite-progress-road-traffic-deaths-remain-too-high> (дата обращения 18.05.2024).
4. Дунаев А.Г. Анализ состояния безопасности полетов в организациях гражданской авиации / А.Г. Дунаев // [Электронный ресурс] URL: <https://szmtu.favt.ru/public/materials/2/d/7/f/f/2d7fffcad0afdfbc915c0740c8a7849f.pdf> (дата обращения 18.05.2024).
5. Рябчикова И.А. Профессиональные риски работников в авиационной промышленности / И.А. Рябчикова, А.В. Петюкова // [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnye-riski-rabotnikov-v-aviatsionnoy-promyshlennosti/viewer> (дата обращения 17.05.2024).
6. Худяков Ю.Г. Управление опасностями производственной среды / Ю.Г. Худяков, Н.И. Николайкин, В.Э. Андрусов. М.: Проспект, 2017. 128 с.

© Чайка В.А., 2024

УДК 630

Тараканов Дм.А., Малофеев Р.Е., Федосов В.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация

e-mail: T.Dm.A@yandex.ru

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Аннотация. В работе определено, что в Республике Башкортостан наибольшее количество лесных пожаров наблюдалось в 2010 году и составило 608. Значение наибольшего количества пожаров в Республике Башкортостан

коррелирует с наивысшим значением пожаров на территории Российской Федерации, которое также отмечается в 2010 году. Основными причинами явились аномально жара, отсутствие осадков и слабая работа государственной лесной охраны.

Ключевые слова: Климатические изменения, лесные пожары, Республика Башкортостан, динамика лесных пожаров, пожароопасные районы

Tarakanov Dm.A., Malofeev R.E., Fedosov V.A.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF FOREST FIRES IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Abstract. The paper determines that in the Republic of Bashkortostan the largest number of forest fires was observed in 2010 and amounted to 608. The value of the largest number of fires in the Republic of Bashkortostan correlates with the highest value of fires in the territory of the Russian Federation, which is also noted in 2010. The main reasons were the abnormal heat, lack of precipitation and poor work of the state forest protection.

Key words: climate change, forest fires, Republic of Bashkortostan, dynamics of forest fires, fire-prone areas

Сегодня одной из главных проблем развития лесной промышленности в России является глобальное изменение климата, которое приводит к увеличению количества лесных пожаров [1]. Подобная проблема также характерна для Республики Башкортостан, половину площади которого занимают леса, сосново-лиственные, смешанные березовые и др. Другая половина занята лесостепями и лугами.

Как правило, причины возникновения лесных пожаров разделяют на естественные, техногенные и из-за человеческого фактора. Основная опасность лесных пожаров связана с высокой скоростью распространения пламени (особенно на склонах) и температурой окружающей среды, токсичностью продуктов горения и др.

Для определения основных тенденций и причин возникновения пожаров выполнен анализ информационно-аналитических сборников Государственных докладов [2, 3]. По результатам анализа приведена динамика лесных пожаров на территории Республики Башкортостан за период от 2006 по 2022 год (рис. 1).

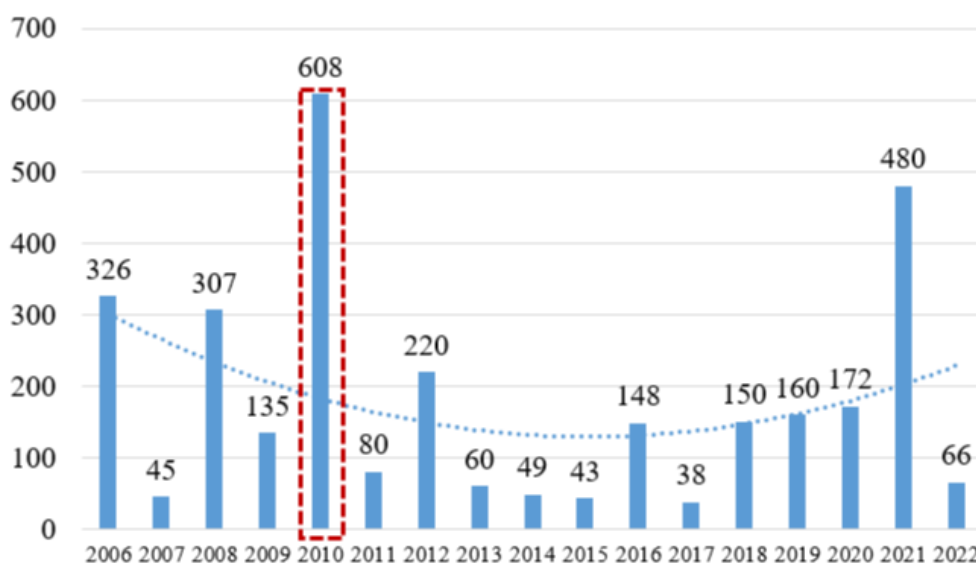


Рис. 1. Динамика лесных пожаров по Республике Башкортостан за 2006-2022 гг.

Из рис. 1 видно, что наблюдается тенденция к увеличению числа лесных пожаров на территории Республики Башкортостан. Наибольшее количество пожаров наблюдалось в 2010 году и составило 608, что в 3,3 раза больше среднего значения за рассматриваемый период. Значение наибольшего количества пожаров в Республике Башкортостан в 2010 году коррелирует с наивысшим значением пожаров на территории Российской Федерации, которое также отмечается в 2010 году. Причинами, послужившими возникновению такого большого числа лесных пожаров, являются: аномально жара, которая привела к высыханию растительности, отсутствие осадков, слабая работа государственной лесной охраны. Также их быстрому распространению на больших территориях способствовали сильные ветра до 20-25 м/с, которые в 2010 году возникали очень часто [2, 3].

Результаты анализа статистических данных о лесных пожарах на территории Республики Башкортостан позволили выявить наиболее пожароопасные районы, которые представлены на рис. 2. Полученные результаты согласуются с [4].

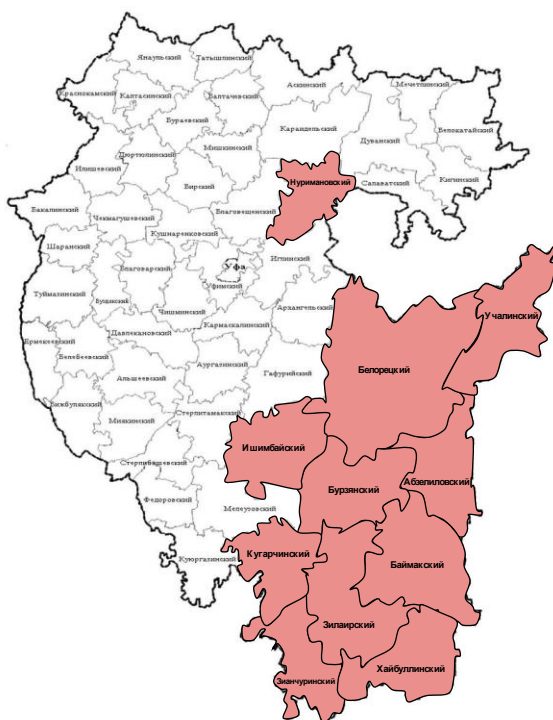


Рис. 2. Пожароопасные районы в Республике Башкортостан по данным 2021 г.

Подобная пожарная опасность восточной части республики по большей части обуславливается большим количеством растительности на склонах гор. В случае возникновения пожара создаются условия для быстрого распространения огня. Также подобный рельеф местности приводит к проблемам при ликвидации пожара – невозможность проезда пожарной техники к очагу пожара [5, 6, 7].

Таким образом, в ходе работы определено, что в Республике Башкортостан наибольшее количество лесных пожаров наблюдалось в 2010 году и составило 608. Значение наибольшего количества пожаров в Республике Башкортостан коррелирует с наивысшим значением пожаров на территории Российской Федерации, которое также отмечается в 2010 году. Основными причинами явились аномально жара, отсутствие осадков и слабая работа государственной лесной охраны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goltsev V., Lopatin E. The impact of climate change on the technical accessibility of forests in the Tikhvin District of the Leningrad region of Russia // Int. J. Forest Eng. 2013. №24. P. 148-160.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.-аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с. (17 статистических сборников ФГБУ ВНИИПО МЧС России с 2006 по 2022 год)

3. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/5946> Дата обращения: 12.05.2024.

4. Постановление Правительства Республики Башкортостан от 28 июня 2022 года № 356 «Об утверждении программы по предотвращению угроз природных пожаров на территории Республики Башкортостан»

5. Елизарьев А. Н., Михайлов С. А., Уразбахтин Д. А., Аксенов С. Г., Тараканов Дм.А. Моделирование динамики развитие пожара на автостоянке с учетом анализа пространственного распределения теплового потока // Грузовик. 2024. № 1. С. 42-44.

6. Nasyrova Elina, Cattani Carlo, Tarakanov Denis, Tarakanov Dmitrii, Khasanov Ilmir. Mathematical Models for Assessment the Thermal Radiation of a Fireball During Bleve. (2022). DOI: 10.1007/978-3-030-85057-9_28.

7. Кияшко И.Ю., Кияшко Л.Ю., Елизарьев А.Н., Манякова Г.М., Габдулхаков Р.Р., Мартынова О.Г. Моделирование экологических ЧС, вызванных загрязнением водных объектов // Успехи современного естествознания. 2016. № 2. С. 159-163.

© Тараканов Дм.А., Малофеев Р.Е., Федосов В.А., 2024

УДК 331.43

Нафикова А.В., Терпигорева И.В.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: alia-nafikova2000@mail.ru

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ИСТОЧНИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАБОТНИКОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Аннотация. В работе выполнен анализ профессиональных заболеваний, источников этих заболеваний работников гальванического цеха. Указаны опасные и вредные производственные факторы. Исследована структура профзаболеваний за 2022 год.

Ключевые слова: гальваника, цех, условия труда, стаж работы, профессиональное заболевание

Nafikova A.V., Terpigoreva I.V.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

OCCUPATIONAL DISEASES AND SOURCES OF DISEASES OF GALVANIC SHOP WORKERS

Abstract. The analysis of occupational diseases, the sources of these diseases of employees of electroplating shop workers is carried out in the work. Dangerous and harmful production factors are indicated. The structure of occupational diseases for 2022 has been studied.

Key words: electroplating, shop, working conditions, work experience, occupational disease

«Гальваника – это процесс покрытия поверхности одного металла тонкой пленкой другого при помощи осаждения его из водных растворов солей под действием электрического тока» [1]. Тонкая оболочка из металла защищает детали от различных видов внешних воздействий. Из-за того, что операция нанесения гальванических покрытий является экономичной и простой, данный процесс распространился в разнообразных областях. К ним можно отнести: машиностроение, приборостроение, строительство в целом, электронная промышленность, так же операции нанесения гальванических покрытий используют в такой области, как медицина и химическая промышленность.

«Нанесение гальванических покрытий – это процесс, в ходе которого на исходной детали образуется металлическое покрытие» [1]. Этот способ предполагает применение в процессе жидкости – электролита. Состав электролита выбирается в соответствии с тем, что необходимо получить в результате и какими характеристиками должен обладать металл, из которого изготовлена заготовка.

Для того, чтобы процесс нанесения покрытия на металл начался нужно использовать два анода, которые, в свою очередь, подсоединены к источнику тока. Подключение «отрицательного» контакта к используемой заготовке, которая помещена в раствор электролита, запускает процесс гальванизации. В рассматриваемом процессе обрабатываемая заготовка представляет собой катод.

В цехах нанесения гальванических покрытий выделяют следующие источники опасности: техпроцессы, по которым выполняют подготовку поверхностей, приготовление различных растворов и электролитов, сам процесс нанесения покрытий. Щелочи, кислоты, соли, используемые для приготовления растворов, при воздействии на организм могут вызвать отравление или профзаболевание. Способы очистки поверхностей, которые используются в данных цехах, характеризуются повышенной запыленностью, шумом и

вибрацией. Использование для шлифования поверхностей обрабатываемых заготовок ручного виброинструмента является причиной появления виброболезни. Звуковые и ультразвуковые колебания оказывают влияние на рабочего в связи с выполнением работ (очистки) на ультразвуковых ваннах. Стоит отметить, что в помещении цеха создается повышенная влажность из-за множества промывных ванн. «Нормальные для работы условия обеспечиваются хорошим освещением, приточно-вытяжной вентиляцией и поддержанием нормальной температуры воздуха в цехе» [1].

В цехах нанесения гальванических покрытий выделяют следующие опасные и вредные производственные факторы:

1. Повышенное содержание пыли в воздухе рабочей зоны.
2. Повышенная загазованность парами вредных химических веществ.
3. Токсическое, раздражающее, канцерогенное воздействие веществ (кислот и щелочей, электролитов и растворов) на организм работника.
4. Повышенная влажность воздуха.
5. Взрывоопасность и пожароопасность.
6. Повышенный уровень шума и вибрации.
7. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, которая может замкнуться через тело человека.
8. Повышенный уровень статического электричества.
9. Разлет абразивных частиц.
10. Повышенная температура поверхности изделия и оборудования.
11. Повышенный уровень ультразвука.
12. Перемещение частей механизмов и машин.
13. Физические перегрузки сотрудника, которые вызывают высокие затраты энергии.

«Профессиональные заболевания – заболевания, развивающиеся в результате воздействия факторов риска, обусловленных трудовой деятельностью» [4]. Согласно стандартам, которые применяет Минздрав России, профзаболевание бывает острым или хроническим. Острое заболевание возникает в результате непродолжительного, но интенсивного влияния факторов – вредного или опасного. Хронические заболевания обычно развиваются медленно по причине незначительного, но постоянного контакта с вредными факторами работников цеха на своих рабочих местах.

Изучив статистику за 2022 год, можно сделать следующие выводы:

Заболевания, вызванные влиянием физических факторов, занимают первое место в структуре профессиональных заболеваний, что составляет 47,11%.

Второе место занимают заболевания, которые связаны с избытком физических нагрузок, что составляет 20,7%.

Заболевания, которые обусловлены влиянием химических факторов на организм человека, а именно рабочего цеха, занимают третье место в данной структуре и составляют 17,76%.

И на четвертом месте в рассматриваемой структуре расположены заболевания, в которых влияющим фактором является производственно-биологический, который составляет 14,44% (рис. 1).



Рис. 1. Структура профессиональных заболеваний в 2022 году

Как было отмечено ранее, трудовые процессы, выполняемые в цехе гальваники, сопровождаются влиянием вредных и опасных производственных факторов на работников рассматриваемого цеха. В течение всего трудового стажа данные факторы могут приводить к появлению некоторого ряда профессиональных или профессионально обусловленных заболеваний при продолжительном влиянии на сотрудников гальванического цеха.

Ежегодно на предприятии проводят мед осмотры, в результате которых у работников данного предприятия обнаруживают такие заболевания, как ишемическая болезнь сердца (ИБС), артериальная гипертензия, стенокардия, сахарный диабет, миопия (близорукость), вибрационная болезнь, энцефалопатия, варикозное расширение вен нижних конечностей (ВРВ), фиброма, анемия, силикоз.

Из вышеперечисленных заболеваний к профессиональным относят: вибрационную болезнь и силикоз, остальные же заболевания относят к профессионально обусловленным. Влияние сразу нескольких видов негативных производственных факторов приводит к прогрессированию такого рода заболеваний.

На производстве выделяют такие факторы профессионального риска [2, 3]:

Химический фактор. В воздухе рабочей зоны присутствуют следующие химические вещества: оксид хрома (VI), диоксид азота, хлористый водород, монооксид углерода. Вдыхание хромового ангидрида приводит к раздражению дыхательных путей, которое может вызывать аллергию и раздражение легких, при длительном вдыхании этого вещества повышается риск развития рака легких, так же могут возникнуть кожные язвы и нарушение функции печени. При воздействии диоксида азота (бурого газа) слизистые оболочки дыхательных путей интенсивно раздражаются. При длительном вдыхании бурого газа возникают такие симптомы, как першение в горле, затрудненное дыхание, которые приводят к хроническому воспалению тканей легких. Хлористый водород, как и бурый газ приводит к появлению таких симптомов, как раздражение горла, наступает затрудненность дыхания, кашель, возникает одышка. Пары хлороводорода влияют не только на дыхательные пути, но и на глаза, в результате чего вызывая жжение и боль. Монооксид углерода, как и вышеперечисленные вещества, приводит к таким явлениям, как раздражение дыхательных путей, слабость, головная боль.

Локальная вибрация. В гальваническом цехе при работе дробеструйной камеры возникают вибрации в ходе обрабатывания заготовок. Результатом таких локальных вибраций становится появление и дальнейшее прогрессирование такого заболевания, как вибрационная болезнь у работников цеха.

Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД). Дробеструйная камера, находящаяся на территории гальванического цеха, служит причиной выделения АПФД в пространство цеха. Влияние таких аэрозолей на организм рабочего приводит к возникновению и развитию такого заболевания, как пневмоканиоз.

Шум. Источником шума в гальваническом цехе является процесс обдувки деталей сжатым воздухом. Основным вредным эффектом при воздействии шума на организм человека является риск потери слуха.

Микроклимат. В зимний период времени температура в гальваническом цехе составляет +18°C, что является отклонением от допустимого диапазона в +19-21°C. В летний период, наоборот, можно наблюдать значения выше

допустимого диапазона температур, равным +26-29°C, что тоже является отклонением от нормы.

Освещенность. Для работника цеха вред представляет недостаточное освещение рабочего места. Это приводит к тому, что у работника цеха развивается дефект зрения. К таким дефектам относят миопию (близорукость), которая, в свою очередь, делится на ложную и истинную, и дальность зрения, выделяют старческую, а также истинную.

Тяжесть и напряженность труда. Работники гальванического цеха большую часть смены проводят в положении стоя, а выполняемые работы связаны с постоянным перемещением рабочих по территории цеха, так же им необходимо загружать и извлекать готовые изделия из ванн. Все эти факторы вызывают появление таких болезней, как варикозное расширение вен нижних конечностей, болезни сердца, различные болезни спины, гипертоническую болезнь и другие.

Вышеперечисленные факторы, влияющие на организм работников цеха нанесения гальванических покрытий, могут послужить причиной появления патологий, связанных с репродуктивным здоровьем работников гальванического цеха.

«Технические и организационные мероприятия, которые будут снижать профессиональные риски для работников цеха нанесения гальванических покрытий, необходимо разрабатывать, предлагать работодателю и внедрять в производство» [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы и средства прогнозирования и ранней диагностики профессиональных заболеваний работников гальванических производств на основе нечетких моделей принятия решений. Диссертация / Григоров И.Ю. 2020 г. 147 с.
2. Профессиональный риск для здоровья работников / под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. М.: Тривант, 2003. 400 с.
3. Евсеев А.Я. Оценка и управление профессиональным риском: учебное пособие / А.Я. Евсеев, П.В. Макаров, А.Ф. Борисов; Нижегород. Гос. архит. – строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. 137 с.
4. Постановление Правительства РФ от 05.07.2022 г. № 1206 «О порядке расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников».

© Нафикова А.В., Терпигорева И.В., 2024

1.4. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 614.84

Фирсов А.Г., Надточий О.В., Загуменнова М.В.

ФГБУ «Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», г. Балашиха, Российская Федерация
e-mail: ot-del-16@vniipo.ru

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ МУЗЕЙНЫХ КОМПЛЕКСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. Приведены статистические данные характеризующие разные аспекты пожарной опасности зданий и сооружений музеев, а также состояние их пожарной защиты. Рассмотрено распределение пожаров на объектах защиты с учетом их категории риска. Даны предложения по дальнейшему повышению уровня пожарной безопасности музеев.

Ключевые слова: пожар, музей, пожарная опасность, категория риска, пожарная охрана

Firsov A.G., Nadtochiy O.V., Zagumennova M.V.

All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Balashikha, Russian Federation

FIRE HAZARD OF MUSEUM COMPLEXES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract. Statistical data characterizing various aspects of fire hazard of buildings and structures of museums, as well as the state of their fire protection are given. The distribution of fires at protected objects is considered, taking into account their risk category. Proposals are given for further improving the level of fire safety of museums.

Key words: fire, museum, fire danger, risk category, fire protection

Сегодня одним из конкурентных преимуществ нашей страны на международной арене является обширное культурное наследие народов Российской Федерации, которое сконцентрировано в разветвленной сети музеев. В соответствии с законодательством Российской Федерации под музеем понимается некоммерческое учреждение культуры, созданное собственником для хранения, изучения и публичного представления музейных предметов и музейных коллекций. Музеи, в зависимости от возложенных на них функций и задач, делятся на следующие группы: форма собственности (государственные, ведомственные, частные); профиль деятельности (исторический, художественный, литературный, промышленный, комплексный и т.д.); масштаб

осуществляемой деятельности (центральный, региональный, местный); статусный уровень (головной музей и филиал) и тип направленности (научно-исследовательский, просветительский, учебный и т.д.).

На территории Российской Федерации насчитывается 3 036 ед. объектов культурного наследия. Из них 1 864 ед. составляют музеи, 768 ед. филиалы музеев, 404 ед. различные структурные музейные подразделения [1] (музейный комплекс) которые занимают территорию в 4362627,73 га. Общая площадь всех помещений музейных комплексов составляет свыше 6 345 тыс. м².

Пожарная опасность музейных комплексов связана с объемно-планировочными и конструктивными особенностями зданий и сооружений. Большинство музейных комплексов размещено в зданиях старой постройки не всегда соответствующих современным требованиям обеспечения пожарной безопасности. Число зданий и сооружений музейных комплексов, требующих капитального ремонта, составляет 3 544 ед., а количество строений, находящихся в аварийном состоянии – 655 ед. Таким образом, в доленом отношении более 33,6% зданий музейных комплексов требуют соответствующего ремонта или реконструкции и потенциально не соответствуют существующим нормативным документам в области пожарной безопасности. Данное предположение косвенно подтверждается статистикой пожаров ФГБУ ВНИИПО МЧС России [2], приведенной на рис.1.

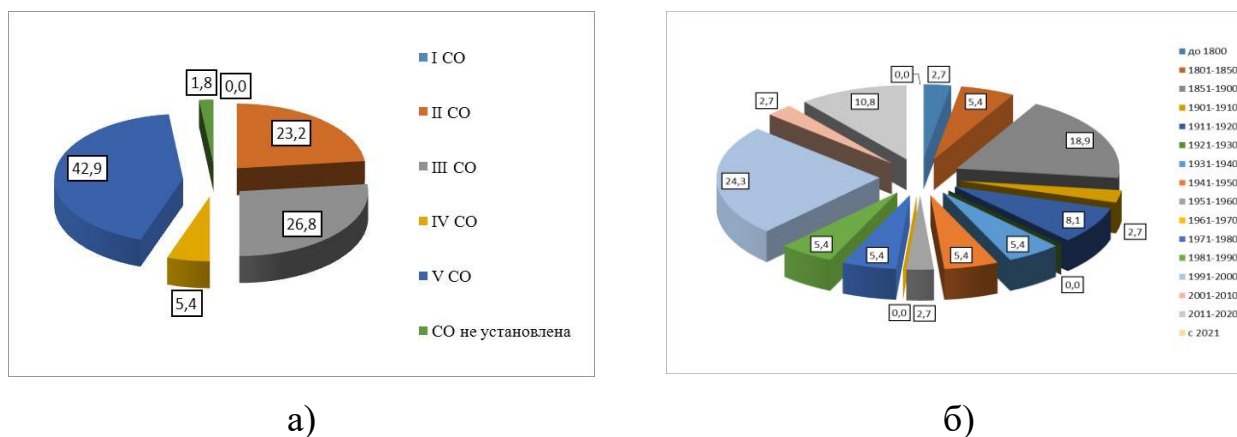


Рис. 1. Долевое распределение количества пожаров в зданиях музейных комплексов по их степени огнестойкости (а) и по году ввода в эксплуатацию (б) за 2019-2023 гг.

Около 43% всех пожаров в музейных комплексах Российской Федерации за период 2019-2023 гг. зарегистрировано в зданиях (сооружениях) V степени огнестойкости (СО). Для зданий данной СО предел огнестойкости несущих стен, междуэтажных перекрытий и лестничных маршей не нормируется, и они могут

быть выполнены из горючего материала. Количество пожаров в зданиях и сооружениях III СО составляет 26,8%, а в зданиях II СО – 23,28%. Также необходимо отметить, что помещения музейных комплексов, как правило, достаточно объемные помещения галерейного типа, что способствует быстрому распространению дыма, огня и других опасных факторов пожара (высокая температура, пониженное содержание кислорода и повышенное содержание концентрации углекислого газа и т.д.).

Из рис. 1 (б) видно, что наибольшее количество пожаров за период 2019-2023 гг. произошло в зданиях (сооружениях) 2001-2010 гг. постройки (24,3%), 1851-1900 гг. постройки (18,9%) и 2011-2020 гг. постройки (10,8%). Для зданий с иным сроком ввода в эксплуатацию количество пожаров составляет для каждой из групп менее 5%.

В помещениях музейных комплексов размещено (хранится) большое количество различных горючих экспонатов музейного фонда, что создает дополнительную пожарную нагрузку. По данным Министерства культуры Российской Федерации [1] общий объем музейного фонда в 2022 г. составлял 95 522 558 ед. и с каждым годом объем музейных предметов увеличивается. Стоимость музейных предметов нередко исчисляется сотнями тыс. руб. и даже млн. руб. Поэтому материальный ущерб от пожара может быть очень «высоким». Нередко и само здание музея является памятником исторического наследия и охраняется законом.

Еще одна опасность музейных комплексов – это одновременное скопление большого количества людей на одной относительно небольшой экспозиционной площади. В соответствии со сложившейся нормативной практикой к помещениям с массовым пребыванием людей относятся помещения, в которых одновременно могут находиться 50 чел. и более [3-5]. Только в 2022 г. зарегистрировано посещений различных музеев в количестве 121364,3 тыс. чел. В среднем музей посещает около 110 тыс. чел. ежедневно. Это различные возрастные группы людей в т.ч. ограниченные по своим функциональным и физическим возможностям люди (маломобильные). Таким образом, музейные комплексы представляют собой помещения с массовым пребыванием людей.

Здания (сооружения) музейных комплексов по своей взрывопожарной опасности относятся к категории В (пожароопасные), классу функциональной пожарной опасности Ф2.2 (музеи, выставки в закрытых помещениях) или Ф 2.4 (здания учреждений на открытом воздухе). Исходя из этого, к музейным комплексам предъявляются специальные требования пожарной безопасности, обеспечивающие предотвращение возникновения и ограничение распространения пожара, эвакуацию людей и тушение пожара. Требования пожарной

безопасности, касающиеся проектирования, строительства и частично эксплуатации зданий (сооружений) музейных комплексов изложены в техническом регламенте и др. нормативно-технических документах. В т.ч. это касается таких систем обеспечения пожарной безопасности как автоматическое пожаротушение и пожарная сигнализация, оповещение людей о пожаре и управление эвакуацией людей, противодымная защита и внутреннее противопожарное водоснабжение. Надо отметить, что более 4157 тыс. м² площади музейных комплексов оборудовано пожарной сигнализацией с выводом на пульт центрального наблюдения и более 972 тыс. м² площади оборудовано пожарной сигнализацией, совмещенной с автоматическими установками пожаротушения. Т.о., общая площадь, защищенная системами пожарной защиты, составляет почти 81% от общей площади всех музейных комплексов. Что касается требований пожарной безопасности, связанных с противопожарным режимом и эксплуатацией зданий (сооружений) музейных комплексов, то они изложены в нормативном документе [3].

В качестве пожарной охраны крупных музейных комплексов задействовано 377 ед. пожарных постов с общей численностью сотрудников 1 046 чел. Также функции пожарной охраны исполняет порядка 2 396 ед. постов сторожевой охраны музеев и 1450 ед. постов вневедомственной охраны с общей численностью сотрудников 9870 чел. Дополнительно охрану в т.ч. и пожарную охрану осуществляют посты Росгвардии в количестве 376 ед. с постоянной численностью личного состава 1139 чел. Контроль за помещениями и прилегающей к зданиям музеев территориями осуществляется с помощью систем видеонаблюдения. Системы видеонаблюдения охватывают более 2367093 м² площади всех помещений и 3241,09 га площади, открытой территории музеев. Т.о., комплекс указанных мероприятий позволяет еще на ранней стадии развития пожара определить его место возникновения и осуществить необходимые действия по его локализации и ликвидации.

Учитывая сложность вопросов и задач, стоящих в решении обеспечения пожарной безопасности для должностных лиц музейных комплексов были разработаны Методические рекомендации [6], излагающие основные требования противопожарного режима в местах хранения и экспонирования музейных коллекций, к содержанию путей эвакуации людей и первичных средств пожаротушения. В данном документе также рассмотрены некоторые аспекты нормирования пожарной опасности, виды административной и уголовной ответственности за нарушение требований пожарной безопасности.

Для соизмеримости затрат на обеспечение пожарной безопасности объектов надзора, а музейные комплексы таковыми являются, используется риск-

ориентированный подход, который определяется в соответствии с требованиями нормативных документов [7]. Из таблицы 1 следует, что 30,4% пожаров в музейных комплексах соответствует значительному риску, 26,8% пожаров – низкому риску, 21,4% – среднему риску, 19,6% – умеренному риску и только 1,8% – высокому риску.

Таблица 1

Распределение числа пожаров в музейных комплексах по категориям риска
за 2019-2023 гг.

Категория риска	Кол-во пожаров, ед.						Доля пожаров, %
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019- 2023 гг.	
Чрезвычайно высокий риск	0	0	0	0	0	0	0,0
Высокий риск	0	0	0	0	1	1	1,8
Значительный риск	4	0	4	7	2	17	30,4
Средний риск	2	4	1	3	2	12	21,4
Умеренный риск	5	4	1	0	1	11	19,6
Низкий риск	5	4	2	1	3	15	26,8
Всего по России	16	12	8	11	9	56	100,0

По мнению авторов статьи [8] использовать существующий метод определения рисков [7] для музейных комплексов не корректно. Учитывая специфику пожарной опасности музейных комплексов при определении величины пожарного риска для них необходимо использовать другой подход, основанный на оценке противопожарного состояния объекта надзора с использованием специальных чек-листов и последующим определением уровня пожарной опасности по 25 классификационным группам уровня опасности. Такой подход позволяет более точно установить место оцениваемого музейного комплекса и его уровень по пожарной опасности в цепочке др. подобных объектов защиты и соответственно выбрать более эффективные средства обеспечения пожарной защиты.

Информатизация общества ведет к совершенствованию систем пожарной защиты. Одним из перспективных направлений является искусственный интеллект (ИИ) совмещенный с цифровым зрением. Такие интегрированные системы видеонаблюдения могут уже на ранней стадии возникновения пожара распознавать дым, пламя и определять термоточки как в закрытых помещениях, так и на открытой территории. Системы самообучаемые и их использование позволит значительно снизить пожарные риски и сохранить бесценные музейные

коллекции. Системы видеонаблюдения на основе ИИ достаточно дорогие и постоянно совершенствуются, что создает определенные сложности при их регистрации и программном обновлении уже установленных ранее систем. Однако будущее, связанное с сохранностью музейных ценностей, снижением пожарных рисков и увеличением уровня пожарной безопасности музейных комплексов, несомненно, за такими системами защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Открытые данные Министерства культуры России [Электронный ресурс] URL: https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-stat_museum_svod (дата обращения 30.05.2024).
2. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко [и др.]. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с. EDN IKFNVG.
3. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297?ysclid=lqz> (дата обращения 30.12.2023).
4. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями № 1-4) [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200092705?ysclid=lws5ogopue169894300> (дата обращения 28.05.2024).
5. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с Изменением N 1) [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071148?ysclid=lws5s2rf> (дата обращения 15.05.2024).
6. Руководство (Методические рекомендации). Обеспечение пожарной безопасности музеев и фондохранилищ [Электронный ресурс] URL: https://musrzn.ru/uploads/images/files/pozharnaya_bezopasnost_v_muzeyakh.pdf (дата обращения 15.05.2024).
7. Приказ МЧС России от 14.11.2022 № 1140 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406477165/?ysclid=lws6jdsq9z932825520> (дата обращения 15.05.2024).
8. Требуемый уровень пожарной безопасности музеев - объектов культурного наследия / В.И. Присадков, Т.Ю. Еремина, А.В. Богданов [и др.] //

Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27, № 4. С. 42-49. DOI 10.18322/PVB.2018.27.04.42-49. EDN XSCVAT.

© Фирсов А.Г., Надточий О.В., Загуменнова М.В., 2024

УДК 630

Билалов И.А., Тараканов Дм.А., Малофеев Р.Е.

Уфимский университет науки и технологии, г. Уфа, Российская Федерация

e-mail: bilalovlnaz790@gmail.com

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. За последние 5 лет в ряде субъектов Российской Федерации в лесах пожароопасный период стал круглогодичным из-за воздействия как людей, так и погоды. Определено, что наибольшее количество лесных пожаров наблюдалось в 2021 году и составило 15112. Анализ динамики количества пожаров показал тенденцию к увеличению пожаров. В 79 регионах России пожарами повреждено около 10,1 миллиона гектаров лесов.

Ключевые слова: лесные пожары, погодные условия, экологический ущерб, человеческий фактор, экономический ущерб

Bilalov I.A, Tarakanov Dm.A., Malofeev R.E.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE PROBLEM OF FOREST FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract. Over the past 5 years, in a number of subjects of the Russian Federation, the fire danger period in forests has become year-round due to the effects of both people and weather. It was determined that the largest number of forest fires was observed in 2021 and amounted to 15,112. The analysis of the dynamics of the number of fires showed a tendency to increase fires. About 10.1 million hectares of forests have been damaged by fires in 79 regions of Russia.

Key words: forest fires, weather conditions, environmental damage, human factor, economic damage

Одной из опасностей для лесного фонда страны являются лесные пожары, которые повреждают или уничтожают ценную древесину и пагубно влияют на возобновление ее ресурсов. Согласно данным Рослесхоза, ежегодно от лесных пожаров наносится ущерб на сумму около 20 миллиардов рублей. Из этой суммы

от 3 до 7 миллиардов рублей приходится на потери лесного хозяйства в виде утраты древесины. [1]. Лишняя почва растительного покрова, пожары приводят к серьезному и долговременному ухудшению состояния водосборных бассейнов, снижают рекреационную и научную ценность ландшафта. Лесные пожары являются серьезной угрозой для жизни людей и животных.

Причины возникновения лесных пожаров происходят вследствие человеческого и естественного факторов. Согласно статистике около 90% лесных пожаров возникает из-за безответственного поведения людей [1].

Из анализа официальных статистических данных следует, что крупные природные пожары занимают значительную долю среди чрезвычайных ситуаций природного характера. Например, в 2015 году природные пожары составили 15,5% от общего числа чрезвычайных ситуаций природного характера [2].

Природные пожары отличаются от других опасных природных явлений и процессов своей регулярностью и высокой частотой возникновения. Это означает, что они происходят сравнительно чаще, чем многие другие природные катастрофы, и могут иметь систематический характер в определенных регионах или климатических условиях [3].

Для определения характера изменения тенденции по количеству пожаров в Российской Федерации на рис. 1 приведена динамика лесных пожаров за период от 2018 по 2022 год (рис. 1) [4].

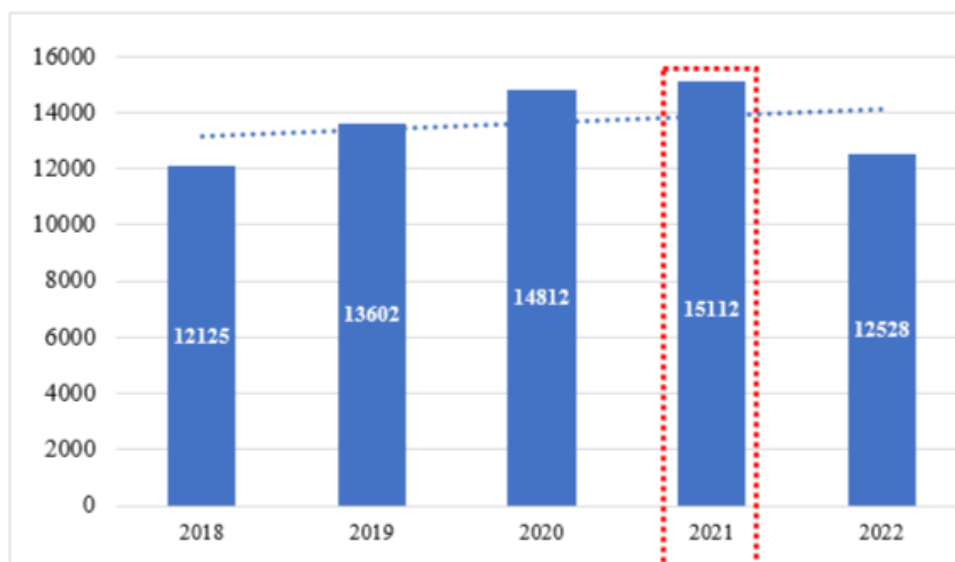


Рис. 1. Динамика лесных пожаров в России за 2018-2022 гг.

Результаты анализа рис. 1 показывают, что наибольшее количество лесных пожаров наблюдалось в 2021 году и составило 15112, что выше среднего (за рассматриваемый период) в 13,6 раза. Наименьшее количество пожаров

приходится на 2018 год и составляет 12125. Определена тенденция к увеличению пожаров. В 79 регионах России пожарами повреждено около 10,1 миллиона гектаров лесов. Наибольшие площади лесных пожаров охватили такие регионы, как Республика Саха (Якутия), Камчатский и Хабаровский края, Иркутскую, Магаданскую и Тюменскую области, Чукотский автономный округ. Из этого следует, что большинство лесных пожаров происходят в удаленных лесистых районах страны [4].

По данным информационной системы дистанционного мониторинга Рослесхоза за 2021 год сгорел лес на территории в 18,2 млн га. Причинами возникновения пожара являются сочетание человеческого фактора и сухой, жаркой и ветренной погоды [5]. 31 июля 2021 года в Якутии действовали 163 лесных пожара [6]. Лесные пожары вызваны как сухими грозами, так и деятельностью человека [7, 8]. На тушение задействовано 2356 человек и 276 единиц техники.

Таким образом, за последние 5 лет в ряде субъектов Российской Федерации в лесах пожароопасный период стал круглогодичным из-за воздействия как людей, так и погоды. Определено, что наибольшее количество лесных пожаров наблюдалось в 2021 году и составило 15112. Анализ динамики количества пожаров показал тенденцию к увеличению пожаров. В 79 регионах России пожарами повреждено около 10,1 миллиона гектаров лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные типы лесов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nationalatlas.ru/tom2/340-341.html> Дата обращения: 10.05.2024.
2. Данные Государственного доклада МЧС России «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» в 2015 году // Официальный сайт МЧС России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/activities/results> Дата обращения: 12.05.2024.
3. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» // СЗ РФ. 2004. N 2. Ст. 121.
4. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/5946> Дата обращения: 12.05.2024.
5. В Greenpeace назвали 2021 год самым катастрофическим для лесов России [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://www.rbc.ru/society/19/09/2021/61470ed89a79471e522f66d9> Дата обращения:
12.05.2024.

6. Якутия в огне. Кто и какую цену платит за победу? [Электронный ресурс].
Режим доступа: <https://regnum.ru/article/3334244> Дата обращения: 12.05.2024.

7. Елизарьев А. Н., Михайлов С. А., Уразбахтин Д. А., Аксенов С. Г., Тараканов
Дм.А. Моделирование динамики развитие пожара на автостоянке с учетом
анализа пространственного распределения теплового потока // Грузовик. 2024.
№ 1. С. 42-44.

8. Nasyrova Elina, Cattani Carlo, Tarakanov Denis, Tarakanov Dmitrii, Khasanov Ilmir.
Mathematical Models for Assessment the Thermal Radiation of a Fireball During Bleve
// Safety in Aviation and Space Technologies: Select Proceedings of the 9th World
Congress «Aviation in the XXI Century». – Cham: Springer International Publishing,
2021. С. 323-333

© Билалов И.А., Тараканов Дм.А., Малофеев Р.Е., 2024

УДК 614.84

Сибирко В.И., Фирсов А.Г., Надточий О.В.

ФГБУ «Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной
обороны МЧС России», г. Балашиха, Российская Федерация
e-mail: otdel-16@vniipo.ru

МУЗЕИ РОССИИ: СТАТИСТИКА ПОЖАРОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ, ПОЖАРНЫЕ РИСКИ, СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Аннотация. В статье рассмотрена обстановка с пожарами и их
последствиями в зданиях и сооружениях музеев. Приведены основные причины
пожаров, этажность и степень огнестойкости зданий (сооружений) музеев на
которых произошел пожар. Осуществлен расчет пожарных рисков для музеев за
период 2019-2023 гг., и проверка на соответствие нормативным значениям. Даны
предложения по использованию метода инертизации воздуха в помещении с
целью более эффективного обеспечения пожарной безопасности музеев.

Ключевые слова: пожар, музей, обстановка с пожарами, пожарный риск,
инертизация воздуха, пожарная защита

Sibirko V.I., Firsov A.G., Nadtochiy O.V.

All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Balashikha, Russian Federation

MUSEUMS OF RUSSIA: STATISTICS OF FIRES AND THEIR CONSEQUENCES, FIRE RISKS, FIRE PROTECTION SYSTEM

Abstract. The article discusses the situation with fires and their consequences in the buildings and structures of museums. The main causes of fires, the number of storeys and the degree of fire resistance of buildings (structures) of museums on which the fire occurred are given. Fire risks for museums for the period 2019-2023 were calculated, and checked for compliance with regulatory values. Proposals are given for the use of the method of inerting the air in the room in order to more effectively ensure the fire safety of museums.

Key words: fire, museum, fire situation, fire risk, air inertization, fire protection

«Музеи – это конгломераты памяти» (русский философ Георгий Александров). Именно через них осуществляется историческая связь поколений и аутентичность людей. Поэтому защита музеев и хранящихся в них исторических ценностей, в том числе и от пожаров, является одной из главных задач нашего общества.

Ежегодно в Российской Федерации в зданиях и сооружениях музеев регистрируется порядка 11 ед. пожаров, на которых в среднем получает травмы 1 чел., и уничтожаются материальные ценности на сумму 2 996 тыс. руб. в год. Динамика распределения количества пожаров и величины материального ущерба от пожара в музеях за период 2019-2023 гг. приведена на рис. 1.

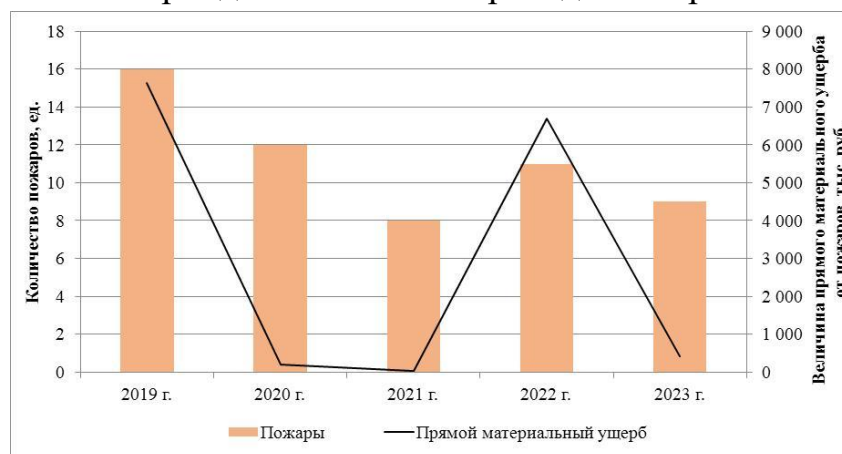


Рис. 1. Распределение количества пожаров и прямого материального ущерба от пожаров в зданиях музеев за 2019-2023 гг.

Исходя из анализа вышеприведенных статистических данных [1, 2], следует

отметить тенденцию снижения количества пожаров в зданиях (сооружениях) музеев. За рассматриваемый период исследований не зарегистрирована гибель людей при пожарах, а количество травмированных при них людей в совокупности за весь временной период составило 2 чел. (в 2019 г. и 2022 г.). Что касается ущерба от пожара, то, по мнению авторов, ущерб от пожаров является «недоучтенным», и поэтому использовать его для научных исследований не является достаточно корректным [3, 4].

Исследования показали, что ведущими причинами возникновения пожаров являются: нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования - 46,4%, неосторожное обращение с огнем - 23,2% - и умышленное уничтожение имущества (поджог) - 16,1% от общего количества пожаров в зданиях и сооружениях музеев. Причем, чаще всего причиной пожара, связанной с электрооборудованием, является неисправность электрического кабеля (30,4%). Таким образом, особое внимание для обеспечения пожарной безопасности музеев необходимо уделять электрооборудованию и, в частности, электропроводке. На рис. 2 приведено долевое распределение количества пожаров по причинам их возникновения. На остальные причины пожаров пришлось от 1% до 5% от общего количества пожаров в музеях.

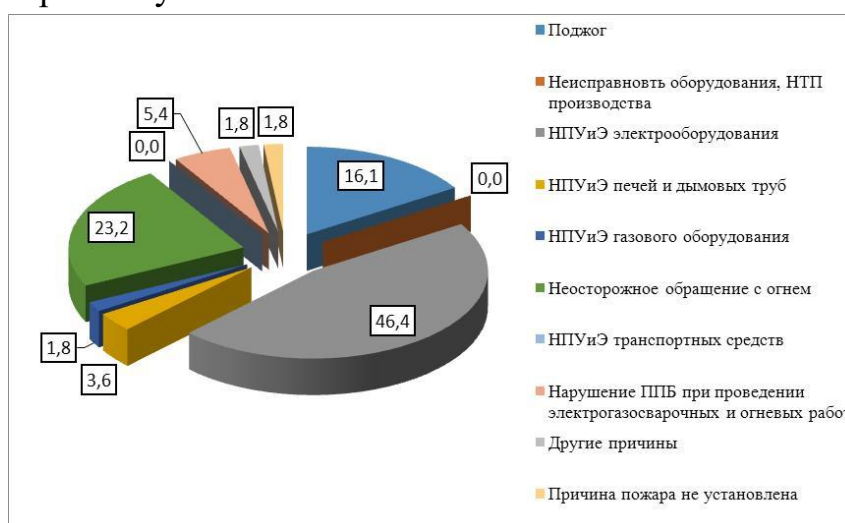


Рис. 2. Долевое распределение количества пожаров по причинам их возникновения в зданиях музеев за 2019-2023 гг.

Наибольшее количество пожаров регистрируется в зданиях (сооружениях) музеев V степени огнестойкости (далее ст. огн.) – 24 ед., что составляет 42,9% от общего количества пожаров. Также значительное количество пожаров отмечается в зданиях музеев II и III ст. огн. соответственно – это 13 ед. (23,2%) и 15 ед. (26,8 %). В зданиях IV ст. огн. за весь период статистического исследования зарегистрировано 3 пожара (5,4%). Более 86% всех пожаров в музеях возникают

в зданиях и сооружениях, период постройки (ввода в эксплуатацию) которых 1800-2000 гг. Такое распределение пожаров связано с тем, что музеи часто размещаются в старых зданиях, являющихся памятником исторического наследия, не в полной мере соответствующих предъявляемым к ним требованиям пожарной безопасности.

Учитывая, что здания музеев, как правило, невысокие, наибольшее количество пожаров в количестве 42 ед. за исследуемый отрезок времени приходится на здания музеев высотой от 1 до 2 этажей. Распределение количества пожаров в зависимости от этажности музеев приведено на рис. 3.

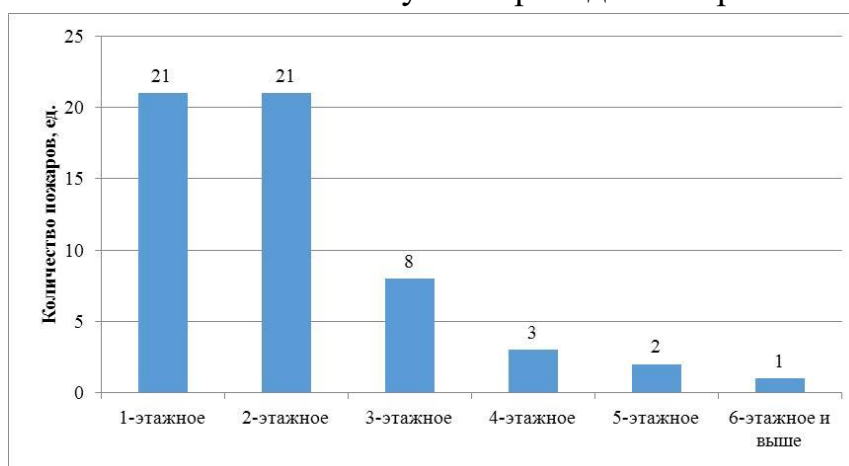


Рис. 3. Распределение количества пожаров в зависимости от этажности зданий музеев за 2019-2023 гг.

Поэтому вполне ожидаемо, что источник 33 пожаров находился на 1 этаже здания музея, что в долевым соотношении составляет почти 59%. Количество пожаров, возникновение которых началось со 2 этажа здания, составляет 7 ед. (12,5%), а с мансардного, чердачного и технического этажей – 6 ед. (7,1%). Для 6 ед. пожаров (10,7%) не удалось установить место их возникновения.

Среди регионов России наибольшее количество пожаров в зданиях музеев приходится на субъекты Российской Федерации, в которых наибольшая концентрация таких объектов. Это г. Москва (10,7%), г. Санкт-Петербург (7,1%), Московская (12,5%) и Нижегородская (7,1%) области. В общей сложности на их территории за рассматриваемый период зарегистрирован 21 пожар. Остальные 35 пожаров приходятся на 25 субъектов Российской Федерации. В 60 субъектах Российской Федерации за анализируемый период времени пожары и их последствия не зарегистрированы.

Здания (сооружения) музеев по своей взрывопожарной опасности относятся к категории В (пожароопасные), классу функциональной пожарной опасности

Ф2.2 (музеи, выставки в закрытых помещениях) или Ф2.4 (здания учреждений на открытом воздухе) [5]. Оценка соответствия музеев допустимому уровню пожарной безопасности осуществляется путем расчета пожарного риска и проверки его на соответствие значениям допустимого риска, установленного нормативными правовыми актами [6]. Проведенные расчеты пожарного риска для музеев за период 2019-2023 гг. показали, что риск угрозы возникновения пожара достаточно высок и составляет $3,7 \cdot 10^{-3}$ в год. А сводный риск угрозы гибели и вреда здоровью людей при пожаре составляет $1,3 \cdot 10^{-4}$ в год. При этом нормативное значение пожарных рисков не должно превышать 10^{-6} в год [5]. Риск нанесения ущерба при пожаре характеризуется высокими числовыми значениями и составляет $9,9 \cdot 10^{-1}$ тыс. руб. в год.

Развитие современных технологий позволяет разрабатывать и использовать новые, более эффективные методы борьбы с пожарами и их последствиями. Одним из таких перспективных методов является технология инерттизации воздуха в помещении. Данная технология основана на снижении концентрации кислорода в воздухе в защищаемом помещении с 21% до 15% за счет разбавления его инертным газом, например, азотом [7]. С учетом физико-химических свойств огнеопасных веществ, размещенных в защищенном помещении, концентрация содержания кислорода в воздухе при необходимости может быть снижена и до 12%. Таким образом, поддержание в помещении низкой концентрации кислорода в воздухе делает невозможным процесс воспламенения (горения), т.е. исключается один из трех факторов возникновения пожара. По мнению разработчиков данной технологии основными сферами ее применения «являются, в частности, IT сферы, помещения для коммутации и распределения электрической энергии, закрытые производственные помещения, а также складские помещения, в которых хранятся ценные промышленные товары» [7].

По мнению авторов статьи, данный метод может быть использован для защиты и музейных ценностей от пожара. Особенно он будет эффективно работать в закрытых помещениях музеев – хранилищах. Устройство по инерттизации воздуха было апробировано в некоторых музеях Российской Федерации и получило положительные отзывы. Учитывая полученный опыт при использовании данного устройства, в МЧС начата работа по созданию специального свода правил для музеев и др. объектов культурного наследия, в котором для пожарной защиты помещений будет использован данный уникальный метод [8]. Такой подход позволит, с одной стороны, значительно повысить уровень пожарной безопасности музеев, а, с другой стороны, существенно снизить затраты на традиционную защиту помещений.

Развитие и последующая интеграция данного метода противопожарной

защиты с интенсивно развивающимися системами искусственного интеллекта в недалеком будущем позволит выйти на новый уровень противопожарной защиты объектов надзора. При этом необходимость использования традиционных систем пожаротушения и первичных средств пожаротушения сведется к минимуму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: Информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с. EDN IKFNVG.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: Статистика пожаров и их последствий. Статистический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко [и др.]. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с. EDN LVXFQJ.
3. Загуменнова М. В. Использование расчетных методов определения материального ущерба от пожаров для оценки рисков возникновения пожаров / М.В. Загуменнова, А.Г. Фирсов, В.И. Сибирко // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Москва, 17-18 марта 2022 года. Том Часть 2. Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. С. 246-249. EDN KHLNBF.
4. Загуменнова М.В. Алгоритмизация процессов расчета материального ущерба от пожаров // Информационное общество. 2023. № 4. С. 118-126. DOI 10.52605/16059921_2023_04_118. EDN RMQCRV.
5. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023). [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 (дата обращения 10.05.2024).
6. Приказ МЧС России от 14.11.2022 № 1140 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406477165/?ysclid=lws6jdsq9z932825520> (дата обращения 15.05.2024).
7. Патент № 2601869 С2 Российская Федерация, МПК А62С 5/00. Способ инертизации и система для снижения содержания кислорода: № 2015109184/12: заявл. 30.04.2014: опубл. 10.11.2016 / Э.В. Вагнер. EDN ZMMOUX.

8. МЧС России готовит свод правил, который установит нормы технического регулирования инновационных систем противопожарной защиты для музеев Сайт ассоциация по безопасности объектов туристической индустрии URL: https://www.tourismsafety.ru/news_one_7402_9.html (дата обращения 15.05.2024).

© Сибирко В.И., Фирсов А.Г., Надточий О.В., 2024

УДК 614.84

Вилисов В.Я.¹, Вилисова А.В.², Трухин А.Д.¹, Дайнс А.С.¹

¹Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), г. Мытищи, Российская Федерация

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
e-mail: vvib@yandex.ru

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАНГОВ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Аннотация. В работе показана возможность определения сетки рангов пожара и количества выделяемой автотехники различных видов на основании выборки ретроспективных данных о пожарах с использованием методов кластерного анализа. Показано, что полученные ранги очень близки к существующим нормативам по Москве. Использование кластерного анализа позволило выдвинуть концепцию стохастических рангов пожаров как более информативных моделей для распределения ресурсов.

Ключевые слова: ранг пожара, разведочный анализ, кластерный анализ, стохастическая модель рангов

Vilisov V.Ya.¹, Vilisova A.V.², Trukhin A.D.¹, Dines A.S.¹

¹Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi branch), Mytishchi, Russian Federation

²Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

RETROSPECTIVE IDENTIFICATION OF A STOCHASTIC MODEL OF FIRES RANKS BASED ON CLUSTER ANALYSIS

Abstract. The work shows the possibility of determining a grid of fire ranks and the number of allocated vehicles of various types based on a sample of retrospective data on fires using cluster analysis methods. It is shown that the obtained ranks are very

close to the existing standards for Moscow. The use of cluster analysis made it possible to put forward the concept of stochastic fire ranks as more informative models for resource distribution.

Key words: fire rank, exploratory analysis, cluster analysis, stochastic rank model

Введение. При выделении ресурсов для ликвидации пожара традиционно важным является такой индикатор, как ранг пожара, укрупненно определяющий как степень сложности пожара, так и потребность в ресурсах [1, 2, 4, 5]. Есть много подходов к его оцениванию, определению, назначению, но это не снижает актуальности исследований на эту тему. Использование ретроспективных статистических данных о пожарах может позволить выявить закономерности структуры рангов, однако особенностью является то, что в базах ретроспективных данных ранг пожара не регистрируется.

В рамках данного исследования предпринята попытка дать ответ на вопрос о том, можно ли на основании реальных, зарегистрированных в базах данных (БД), ретроспективных сведений о пожарах, составить представление о том, соответствуют ли реальные пожары тем или иным из общепринятых градаций рангов.

Предварительный анализ данных. Данные включают сведения о пожарах (приказ МЧС № 625 от 24.12.2018 г., далее – приказ 625) на объектах топливно-энергетического комплекса за период с 2000 года по 2020 год в количестве 3231 записей с количеством полей – 89.

Отбраковка записей по причинам выхода параметров за границы нормативных или физически обусловленных диапазонов (разведочный анализ) привела к тому, что из общего объема в 3231 запись для анализа оставлено 2639 (отбраковано свыше 18%). Для сокращения количества анализируемых целевых полей (выделяемой автотехники) был использован приказ МЧС по Москве № 559 от 18.09.2017 г. о количественном обеспечении рангов пожаров (таблица 1), на основании которого в дальнейшем анализе рассмотрены лишь первые 10 типов автомобилей.

Кластерный анализ статистических данных о пожарах. Основные задачи кластерного анализа [3, 4] состоят в поиске центров кластеров - центроидов (их координат в пространстве признаков) и в разметке точек выборки путем отнесения их к тому или иному кластеру по критерию минимального расстояния до центроидов.

Выполненный средствами библиотеки машинного обучения SciKit-Learn (на языке Python) [6] кластерный анализ методом К-средних для шести кластеров (соответствующих рангам 1, 1-бис, 2, 3, 4, 5) позволил вычислить центроиды с

округленными значениями координат, приведенными на рис. 1 в координатах типов автотехники с кодами 11 (автоцистерны) и 23 (автолестницы). Для первых трех рангов центроиды кластеров, определенных приказом по Москве, очень близки или совпадают, не выходя за границы кластеров. Остальные три отличаются, но имеют тенденции к росту по мере роста номера ранга пожара.

Таблица 1

Количество пожарной техники, участвующей в ликвидации пожаров по Москве, в зависимости от ранга пожара

Код	Наименование	Ранг пожара					
		1	1-бис	2	3	4	5
11	Автоцистерна	2	4	9	14	19	24
23	Автолестница	0	1	2	3	3	3
27	Автомобиль газодымозащитной службы	0	1	2	3	3	3
15	Пожарный автомобиль пенного тушения	0	0	1	1	1	1
43	Аварийно-спасательный автомобиль	0	0	2	2	2	2
12	Автонасос	0	0	2	4	6	8
45	Автомобиль мед. службы (первой помощи)	0	0	1	1	1	1
28	Автомобиль связи и освещения	0	0	1	1	1	1
51	Автомобиль базы газодымозащитной службы	0	0	1	1	1	1
78	Автомобиль тыла (оперативно-спасательный)	0	0	0	1	1	1
Всего:		2	6	21	31	38	45

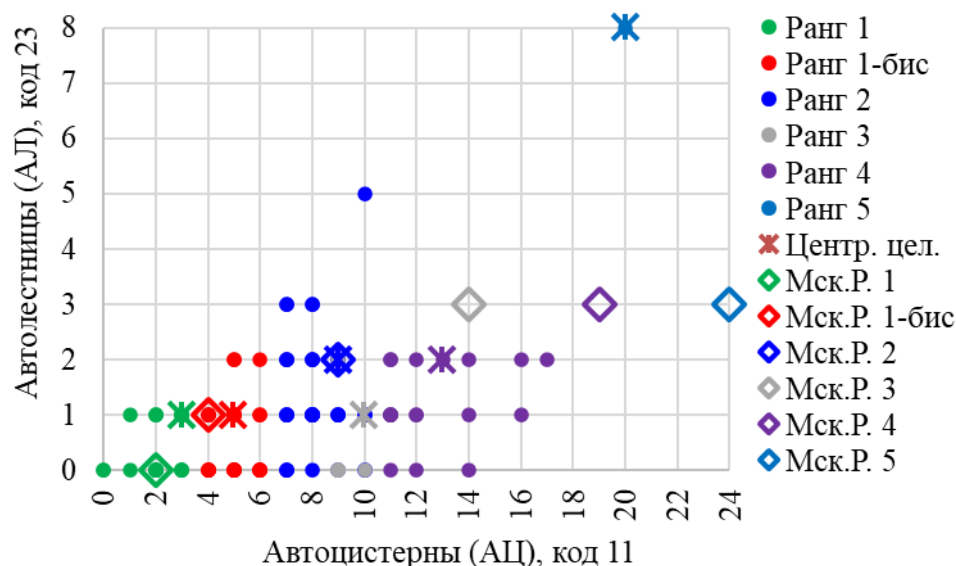


Рис. 1. Кластеры рангов пожаров и их центроиды, а также ранги по Москве в координатах «Автоцистерны - Автолестницы»

Стохастическая модель рангов. В реальной практике к детерминированному расписанию выездов (таблица 1) обычно лицами, принимающими решения, добавляется/уменьшается некоторое количество единиц и/или видов техники.

Таким образом, реальные ранги, фактически, являются стохастическими объектами. При стохастической модели рангов расписание выездов также будет стохастическим, представленным не единственной таблицей (типа таблицы 1), а совокупностью таблиц, в простейшем случае – двумя таблицами, где первая – таблица средних значений необходимого количества автотехники по рангам (аналогична таблице 1), а вторая, например, таблица дисперсий. На рис. 2 приведены гистограммы распределений (могут быть аппроксимирована одним из дискретных распределений), построенные по данным о кластерах на примере автоцистерн (код 11) – первой из координат точек кластеров.

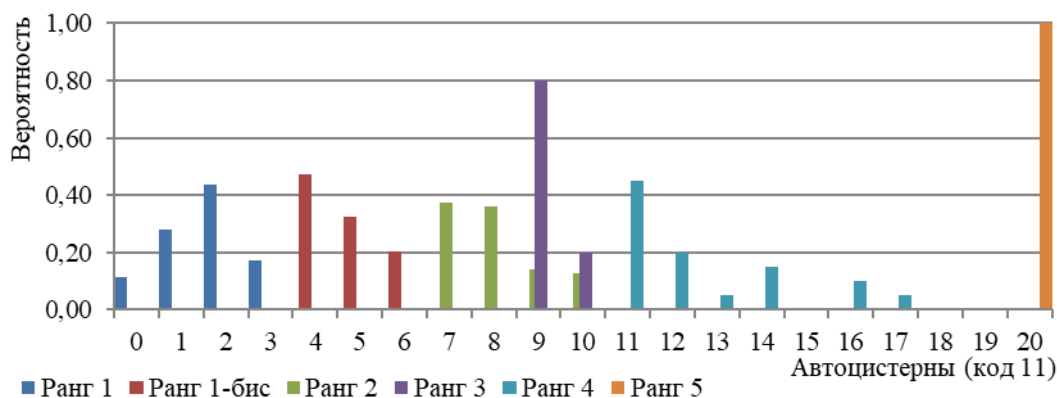


Рис. 2. Гистограммы количества автоцистерн по рангам пожара

Аналогичные гистограммы (и соответствующие им аналитические аппроксимации) могут быть построены по всем 10 признакам (видам автотехники).

Алгоритмы использования стохастических моделей рангов в практике управления ликвидацией пожаров выходят за рамки ограниченного объема данной публикации и будут представлены в других работах.

Выводы

1. Применение кластерного анализа для идентификации рангов пожаров (в рамках шестиуровневой общепринятой сетки) на основании ретроспективных данных о количестве выделенной автотехники, приводит к достаточно адекватным результатам.

2. Предложена концепция стохастических рангов пожаров и механизм их построения на основе использования методов кластерного анализа ретроспективных статистических данных о пожарах. Достоинствами такой модели рангов являются: большая информативность; гибкость линейки рангов в зависимости от региона, отраслевого профиля пожаров и степени необходимой детализации; возможность регулярной актуализации.

3. Предложенный подход к назначению рангов пожаров дает аргументированную методологическую основу для формирования нормативных

документов о рангах пожаров и соответствующих алгоритмов для систем поддержки принятия решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Топольский Н.Г., Вилисов В.Я. Методы, модели и алгоритмы в системах безопасности: машинное обучение, робототехника, страхование, риски, контроль. М.: РИОР. 2021. 475 с. <https://doi.org/10.29039/02072-2>. EDN: XJPGSH
2. Топольский Н.Г., Прус Ю.В., Климовцов В.М. Определение ранга пожара на объекте по диаграммам состояния // Материалы 13 международной конференции «Системы безопасности» СБ-2004. М.: Академия ГПС МЧС России. 2004. С. 297-299.
3. Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с.
4. Хабибулин Р.Ш. Кластерный анализ в области предупреждения и ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций // Технологии техносферной безопасности. 2022. Вып. 3 (97). С. 202-214. <https://doi.org/10.25257/TTS.2022.3.97.202-214>. EDN: SQYONX.
5. Вилисов В.Я., Хабибулин Р.Ш. Статистический анализ и моделирование данных о ликвидации пожаров на топливно-энергетических предприятиях // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2023. № 3. С. 63-74. DOI:10.25257/FE.2023.3.63-74
6. SciKit-Learn. Machine Learning in Python. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scikit-learn.org/stable/> (дата обращения 22.06.2024).

© Вилисов В.Я., Вилисова А.В., Трухин А.Д., Дайнс А.С., 2024

УДК 614.84

Мальшева Е.М., Елизарьев А.Н.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: malysheva.em@ugatu.su

ОБЗОР ТРУБ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Аннотация. В статье проанализированы виды металлических и неметаллических труб и их параметры. Определены рекомендации по эксплуатации пластиковых труб для применения в системе пожаротушения.

Ключевые слова: автоматическое пожаротушение, металлические трубы, неметаллические трубопроводы

OVERVIEW OF PIPES USED IN AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

Abstract. The article analyzes types of metallic and non-metallic pipes and their parameters. Recommendations on the operation of plastic pipes for use in fire extinguishing system are defined.

Key words: automatic fire extinguishing, metallic pipes, non-metallic pipelines

Социально-экономические условия развития Российской Федерации обуславливают необходимость обеспечения пожарной безопасности зданий через установку автоматических систем пожаротушения [1]. В сложной системе автоматического пожаротушения своевременность сработки оповещения и предварительного обнаружения пожара влияет на эффективность тушения, что является залогом сохранения материальных ценностей и человеческих жизней.

С целью предотвращения очагов возгорания на сегодняшний день автоматические установки пожаротушения (АУП), рассматриваются как современное средство борьбы с различными классами пожаров на этапе начального возгорания [2]. В системах водоснабжения, к которым относятся и автоматическое пожаротушение, применяются различные виды труб. В общем они делятся на металлические и неметаллические.

К металлическим относятся: стальные, медные и чугунные трубы.

Стальные трубы подбираются согласно ГОСТ 3262-75. Существует большое разнообразие стальных труб:

– бесшовные (ГОСТ 8732-78), с диаметром от 10 до 500 мм и толщиной стенки от 2 до 25 мм;

– сварные (ГОСТ 20295-85), требования к диаметру такого типа труб от 15 до 1420 мм и к толщине стенки от 3 до 20 мм;

– из нержавеющей стали (ГОСТ 5582-75) изготавливаются толщиной от 1,5 до 3,9 мм (горячекатаная) и толщиной от 0,7 до 3,9 мм (холоднокатаная).

Трубы из углеродистой стали (ГОСТ 380-2005) также относятся к металлическим. Трубы изготовленные, согласно данному ГОСТ, имеют геометрические параметры: диаметр от 10 до 1020 мм и толщина стенки от 2 до 40 мм.

ГОСТ 617-2006 устанавливает технические требования для медных труб. Согласно ГОСТ трубы классифицируются по критериям:

– тип: бесшовные и сварные;

- диаметр: от 6 до 108 мм;
- толщина стенки - зависит от диаметра и назначения.

Чугунные трубы изготавливаются по ГОСТ 6942-98. Согласно нормативной документации, соблюдаются стандартные диаметры от 50 до 120 мм.

В настоящее время на рынке представлено большое количество фирм по изготовлению металлических труб. Например, ОАО «Трубная металлургическая компания», ПАО «Северсталь», и производственная компания ООО ТПК «СИБМАШПОЛИМЕР» и др.

На данный момент в эксплуатации АУП допускаются и неметаллические трубы, которые зачастую не имеет единообразия [3]. Рассмотрим их виды.

Требования к пластиковым трубам нормируются согласно ГОСТ 32415-2013. Данные трубы целесообразны в виду технологичности монтажа и низкой стоимости. И тем не менее, существуют проблемы, несмотря, на распространенное использование пластиковых труб и их очевидные достоинства. Существуют пластиковые трубы нескольких видов:

- полиэтиленовые трубы (ГОСТ Р 70628.5-2023), диаметр трубы в диапазоне от 16 до 1200 мм в зависимости от назначения;
- трубы из полипропилена регламентируются ГОСТом 32414-2013 и, согласно техническим особенностям, имеют диаметры от 20 до 160 мм;
- многослойные трубы регламентируются в рамках ГОСТа Р 53630-2015 изготавливаются из нескольких полимерных и металлических слоев. Трубы могут иметь различный диаметр, обычно диапазон диаметра варьируется от 16 до 125 мм. Благодаря многослойности у них высокая тепловая устойчивость и высокая прочность.

Технические условия стеклопластиковых труб прописаны в ГОСТ Р 59411-2021. Данные трубы так же относятся к многослойным. Армирующим элементом выступает нить из стекловолокна. Благодаря многослойности стенок изделия они характеризуются высокой прочностью и устойчивостью к воздействию окружающей среды. Однако, они характеризуются высокой стоимостью.

На сегодняшний день существует ряд производителей по изготовлению неметаллических труб. Например, ООО ПКП «Термопласт», Компания «Fireproff», Производственная компания «Пластик» и др.

Для автоматической системы пожаротушения трубы выбираются по СП 485.1311500.2020, раздел 6.7.1 - 6.7.3. В этом документе представлены требования к металлическим и неметаллическим трубопроводам и условиям их эксплуатации.

Схожесть требований к металлическим и неметаллическим трубопроводам прослеживается в огнестойкости. Она должна соответствовать уровню EI 30. При соблюдении внешних факторов, таких как прямое воздействие ультрафиолетового

излучения, солнечных лучей, а также механического или химического воздействия на трубопроводы.

С целью предотвращения очагов возгорания на сегодняшний день необходимо соблюдать ряд нормативных требований к трубам автоматического пожаротушения:

1. Для монтажа трубы должны иметь гладкие поверхности, как изнутри, так и снаружи без каких-либо трещин, пузырьков и прочих дефектов. Допускается незначительная шероховатость (ГОСТ 18599-2001).

2. Трубы должны иметь высокую прочность и выдерживать рабочее давление до 2 МПа (ГОСТ 24157-80).

3. Обладать устойчивостью к агрессивным средам (ГОСТ 18599-2001).

4. Не поддаваться коррозии, что позволяет предотвратить засорение спринклера и продлить время его эксплуатации.

5. Иметь большой эксплуатационный период в среднем от 20 до 50 лет.

6. Их монтаж должен сопровождаться гарантийными сертификатами и отвечать требованиям действующих нормативных документов.

7. Пожарная безопасность в эксплуатации пластиковых труб должна быть соблюдена по ГОСТ 12.1.004-91.

8. Подбор диаметра в зависимости от конкретного проектного решения.

9. Экологически безопасными (ГОСТ 12.1.007-76).

Соблюдение приведенных требований к металлическим и неметаллическим трубам в системе автоматического пожаротушения обеспечит ее безотказное функционирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Насырова Э.С., Нафикова Э.В., Камаева Э.Д., Фазылова А.В. Пожарная безопасность как фактор обеспечения устойчивого развития // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. № 2 (58). С. 181-187.

2. Насырова Э.С., Елизарьев А.Н., Лукьянов В.В., Мурзанов Ш.М., Гарданова Е.В., Ахмеров В.В. Проблема применения неметаллических трубопроводов для системы пожаротушения автостоянок // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXII Международной научно-практической конференции. Балашиха. 2020. С. 674-681.

3. Хасанов И.А., Елизарьев А.Н., Гарданова Е.В., Насырова Э.С., Малышева Е.М., Елизарьева Е.Н. Моделирование режимов функционирования воздушных автоматических установок пожаротушения // Естественные и технические науки. 2021. № 12 (163). С. 340-348.

© Малышева Е.М., Елизарьев А.Н., 2024

УДК 614.84

Вилисов В.Я.¹, Вилисова А.В.², Козырев А.Г.¹

¹Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
(Мытищинский филиал), г. Мытищи, Российская Федерация

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
e-mail: vvib@yandex.ru

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ МАРКОВСКОЙ ЦЕПИ, МОДЕЛИРУЮЩЕЙ ПРОЦЕСС ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРА

Аннотация. Представлены результаты исследования применимости технологии машинного обучения для построения марковской модели процесса ликвидации пожара и прогнозирования времени его окончания. Исследование построено на реальных статистических данных. Пожар представлен марковской цепью с четырьмя или семью состояниями, соответствующими фазам его развития и ликвидации. Приведены основные шаги алгоритма анализа и обработки данных, реализованного на языке *Python*. Конечным продуктом машинного обучения является матрица переходных вероятностей марковской цепи (марковская модель). Разработанный алгоритм может быть использован в системах поддержки принятия решений при ликвидации пожаров.

Ключевые слова: фазы пожара, разведочный анализ, подвыборки, вероятности состояний, прогнозирование продолжительности пожара

Vilisov V.Ya.¹, Vilisova A.V.², Kozyrev A.G.¹

¹Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi branch), Mytishchi, Russian Federation

²Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation
e-mail: vvib@yandex.ru

MACHINE LEARNING OF A MARKOV CHAIN SIMULATING THE PROCESS OF FIRE EXTINGUISHMENT

Abstract. The results of a study on the applicability of machine learning technology for constructing a Markov model of the fire extinguishing process and predicting the time of its completion are presented. The study is based on real statistical data. A fire is represented by a Markov chain with four or seven states corresponding to the phases of its development and elimination. The main steps of the data analysis and processing algorithm implemented in Python are presented. The final product of machine learning is a matrix of transition probabilities of a Markov chain (Markov model). The developed algorithm can be used in decision support systems for extinguishing fires.

Key words: fire phases, exploratory analysis, subsamples, state probabilities, fire duration prediction.

Введение. Представленные материалы исследования направлены на применение аппарата марковских цепей (МЦ) для прогнозирования продолжительности фаз процесса ликвидации пожара. В качестве основного рабочего инструмента оценивания параметров МЦ используется один из вариантов [1] машинного обучения. При этом под термином «машинное обучение» будем понимать его расширенное толкование – т.е. в широком смысле, в отличие от узкого смысла, в рамках которого машинное обучение отождествляют с обучением искусственных нейронных сетей (ИНС). ИНС являются частным случаем моделей, описывающих те или иные причинно-следственные (функциональные) и/или корреляционные связи, задача обучения которых заключается в подборе (оценивании) параметров модели определенной структуры (соответствующей той или иной архитектуре ИНС). Структурно подобные задачи решались и ранее (решаются и сейчас), например, в регрессионном анализе, при идентификации динамических систем и т.п. В широком смысле эти группы задач также относятся к сфере машинного обучения. Набор обучающих данных в рамках исследования представлен ретроспективными данными о пожарах.

Алгоритм исследования включает такие основные задачи как: предварительный анализ и подготовка выборки данных; построение эмпирических гистограмм распределений необходимых показателей с последующей их аппроксимацией непрерывными γ -распределениями; оценивание вероятностей перехода марковской цепи; исследование прогностических возможностей построенной марковской модели.

Актуальность и новизна работы заключаются в применении инструментария МЦ для задач прогнозирования продолжительности фаз ликвидации пожара на основе использования реальных статистических данных. Алгоритм реализован в виде программного продукта на *Python*, позволяющего использовать произвольные подвыборки данных их исходного набора данных для анализа и прогнозирования. Подвыборки могут формироваться для различных типов пожаров (например, для многоэтажных зданий, объектов топливно-энергетического комплекса, городской и сельской местности и т.д.), что позволит повысить прогностическую точность моделей, а значит и эффективность принятия решений в чрезвычайных ситуациях (ЧС). Такими решениями могут быть, например, повышение/понижение ранга пожара с выделением соответствующих ресурсов на его ликвидацию.

Предварительный анализ и подготовка выборки данных. В работе использованы статистические данные о пожарах, регистрируемые согласно приказу МЧС № 625 от 24.12.2018 г. (далее – приказ 625) в соответствующих электронных базах данных. Для исследования были использованы ретроспективные данные за период с 2000 года по 2020 год в количестве более трех тысяч записей. В результате разведочного анализа [1] часть записей была отбракована. Каждая запись данных в соответствии с приказом 625 имеет 89 полей, часть из которых может быть использована для фильтрации (отбора подвыборок) данных по тем или иным ключевым полям. Каждая подвыборка может быть использована для построения частной модели (в форме МЦ), что обеспечит более высокую степень адекватности модели, а значит и более высокую точность прогнозирования на ее основе. В числе ключевых полей использованы: «Вид населенного пункта»; «Вид пожарной охраны»; «Тип предприятия», представленные кодами из соответствующих классификаторов приказа 625.

Элементы МЦ. Как известно [2], МЦ, имеющая m состояний и переходящая из одного в другое в дискретные моменты времени, считается заданной, если заданы: матрица вероятностей перехода (переходная матрица) процесса за один шаг ($P = \|p_{ij}\|_{mm}$, i – строки, j – столбцы) и вектор вероятностей начальных состояний $\bar{p}(0)$:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & p_{mm} \end{bmatrix}; \quad \bar{p}(0) = \begin{bmatrix} p_1(0) \\ p_2(0) \\ \dots \\ p_m(0) \end{bmatrix}. \quad (1)$$

При этом основным расчетным выражением, позволяющим определить вероятности пребывания МЦ в том или ином состоянии на N -ом шаге, является следующее:

$$\bar{p}(N) = (P^N)^T \bar{p}(0), \quad (2)$$

где T – символ транспонирования; $\bar{p}(N)$ – вектор вероятностей состояний МЦ на N -ом шаге процесса.

В контексте фаз развития и ликвидации пожара состояниями (s_i) являются (согласно приказу 625 и другим документам): получение сообщения о пожаре – s_1 ; прибытие первого пожарного подразделения – s_2 ; открытое горение – s_3 ;

локализация пожара – S_4 ; ликвидация открытого горения – S_5 ; ликвидация последствий пожара – S_6 ; «нет пожара» – S_7 .

Алгоритм оценивания параметров марковской цепи по наблюдениям. Алгоритм состоит из двух укрупненных частей: в первой – статистические данные о продолжительности фаз реагирования сворачиваются в эмпирическую гистограмму, аппроксимируемую плотностью γ -распределения, на основании чего строится интегральное распределение (такой анализ может выполняться как по эмпирической, так и по аппроксимированной плотности); во второй части – по интегральным функциям распределения вычисляются значения вероятностей матрицы перехода P . Сначала на основании данных функции распределения в произвольный (текущий) дискретный момент времени N вычисляются вероятности пребывания процесса в том или ином состоянии, как элементы вектора текущего состояния процесса $\bar{p}(N)$:

$$\left. \begin{aligned} p_1(N) &= P(t < t_{\text{сообщ.}}) = 1 - P_{\text{сообщ.}}(N) \\ p_2(N) &= P(t_{\text{сообщ.}} < t < t_{\text{прибыт.}}) = P_{\text{сообщ.}}(N) (1 - P_{\text{прибыт.}}(N)) \\ \dots \\ p_6(N) &= P(t_{\text{лик.откр.}} < t < t_{\text{лик.посл.}}) = P_{\text{лик.откр.}}(N) (1 - P_{\text{лик.посл.}}(N)) \\ p_7(N) &= P(t > t_{\text{лик.посл.}}) = P_{\text{лик.посл.}}(N) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Эти значения являются исходными данными (наблюдениями, измерениями) для оценивания элементов матрицы вероятностей перехода МЦ.

Вычислительный алгоритм и результаты расчетов. Основные шаги расчета в соответствии с предложенной технологией оценивания МЦ на основе одного из вариантов машинного обучения, реализованной в форме приложения на языке Python, заключаются в следующем.

1. Считываются данные из выбранного Excel-файла, листа и диапазона ячеек. Формируется набор данных.

2. Создается рабочая выборка данных на основе заданных пользователем значений ключей (полей) N1, N2, N3 путем фильтрации записей.

3. В зависимости от того, для какого из двух вариантов (4 укрупненных или 7 полных состояний МЦ) будет выполняться обработка, данные преобразуются в массив соответствующей размерности. При этом отбрасывая данные с явно ошибочными значениями.

4. На основе сформированной подвыборки записей строится гистограмма распределений времени окончания и продолжительности фаз пожара (рис. 1 – для шести продолжительностей фаз пожара, что соответствует семи состояниям МЦ).

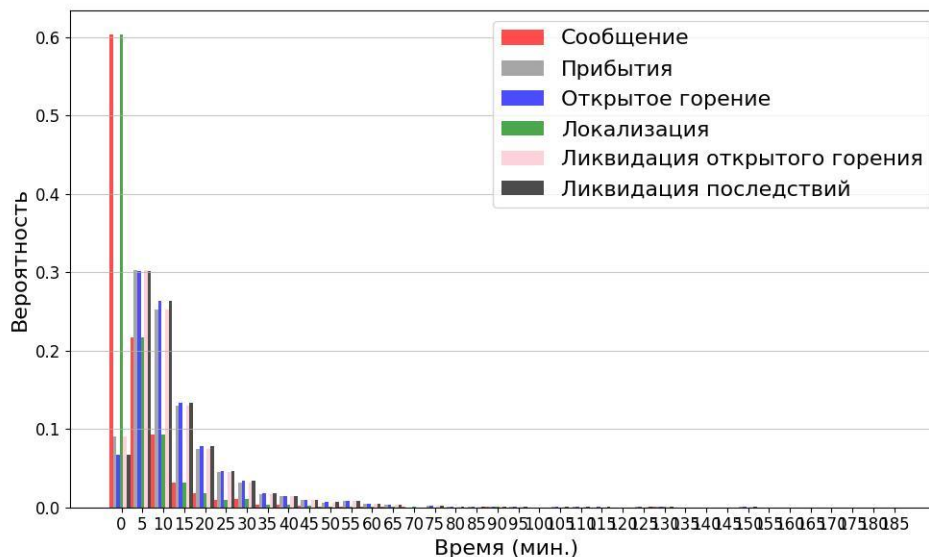


Рис. 1. Гистограмма продолжительности фаз пожара

5. Вычисляются выборочные моменты и параметры аппроксимирующих плотностей и функций γ -распределений (рис. 2).

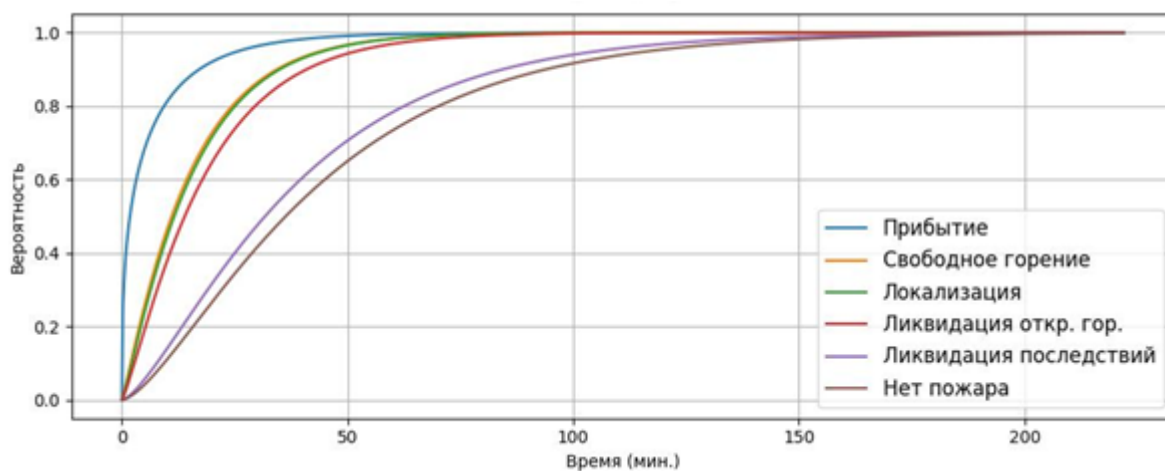


Рис. 2. Функции γ -распределений для шести продолжительностей фаз пожара

6. На основе элементов вектора вероятностей текущего состояния МЦ – $\bar{p}(N)$, полученных с использованием функции γ -распределений, вычисляются [2, 3] оценки матрицы вероятностей перехода P с использованием рекуррентного или одношагового алгоритма обучения марковской модели (МЦ). Приведем основные элементы алгоритма оценивания вероятностей переходной матрицы P . Для произвольного j -го состояния МЦ статистические частоты $p_j(N)$ связаны с искомыми вероятностями перехода за один шаг p_{ij} следующим уравнением измерений:

$$p_j(N) = \sum_{i=1}^m p_i(N-1)p_{ij} + \varepsilon_j(N), \quad (4)$$

где $\varepsilon_j(N)$ – величина ошибки измерений (невязка). Для удобства преобразований и отличия переходных вероятностей от вероятностей состояний МЦ обозначим: выходная величина вероятности состояния $y_j(N) \triangleq p_j(N)$; входная $x_i(N-1) \triangleq p_i(N-1)$; j -й столбец матрицы вероятностей перехода \bar{p}_j , тогда $P = [\bar{p}_1 \ \bar{p}_2 \ \dots \ \bar{p}_m]$. С учетом этих обозначений, выражение (4) в векторно-матричной форме для N шагов j -го состояния цепи можно переписать так:

$$\bar{y}_j(N) = X(N-1)\bar{p}_j + \bar{\varepsilon}_j(N), \quad (5)$$

где $X(N-1)$ – матрица, состоящая из транспонированных векторов состояний МЦ по шагам от 0 по N . На основании (5) можно записать для всех состояний МЦ выражение в векторно-матричной форме:

$$\bar{y}(N) = X(N-1)\bar{p} + \bar{\varepsilon}(N), \quad (6)$$

на основании которого и в соответствии с методом наименьших квадратов (МНК) получить выражение для целевого показателя в форме невязки (номер шага переведен, для удобства, в нижний индекс):

$$S_N(\bar{p}) = \bar{\varepsilon}_N^T \bar{\varepsilon}_N = \bar{p}^T X_N^T X_N \bar{p} - 2\bar{y}_N^T X_N \bar{p} + \bar{y}_N^T \bar{y}_N. \quad (7)$$

Тогда задача поиска оценок значений переходной матрицы (т.е. вектора \bar{p}) сводится к решению следующей оптимизационной задачи:

$$\bar{p} = \arg \min_{\bar{p} \in \Omega} S_N(\bar{p}), \quad (8)$$

где Ω – многомерный куб с ребром $[0; 1]$, а на элементы искомого вектора \bar{p} накладывается ограничение нормировки – равенство единице суммы всех элементов вектора \bar{p} . Задача (8), при небольшом объеме выборки, может быть решена любым поисковым методом (градиентным методом, случайным поиском, эволюционным поиском и т.п.), а при большой и/или пополняемой выборке

лучше воспользоваться рекуррентным алгоритмом [3], построенным на основе (7)-(8). В данном исследовании был использован один из поисковых методов, имеющих в арсенале средств библиотек *Python*.

На этом процедура машинного обучения МЦ, в виде ее основного элемента – матрицы P , завершена;

7. Далее на основе полученной матрицы вероятностей перехода P , построенной для локального множества (типа) объектов пожара и для заданного вектора вероятностей начальных состояний $\bar{p}(0)$, может быть построен прогноз продолжительности любой из оставшихся фаз пожара для заданного пользователем уровне доверительной вероятности. Значения вектора $\bar{p}(0)$ могут соответствовать любому дискретному моменту времени на любой из фаз ликвидации пожара. На рис. 3 приведены результаты расчетов для случая, когда $\bar{p}(0) = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$, что соответствует пребыванию пожара в начальной фазе.

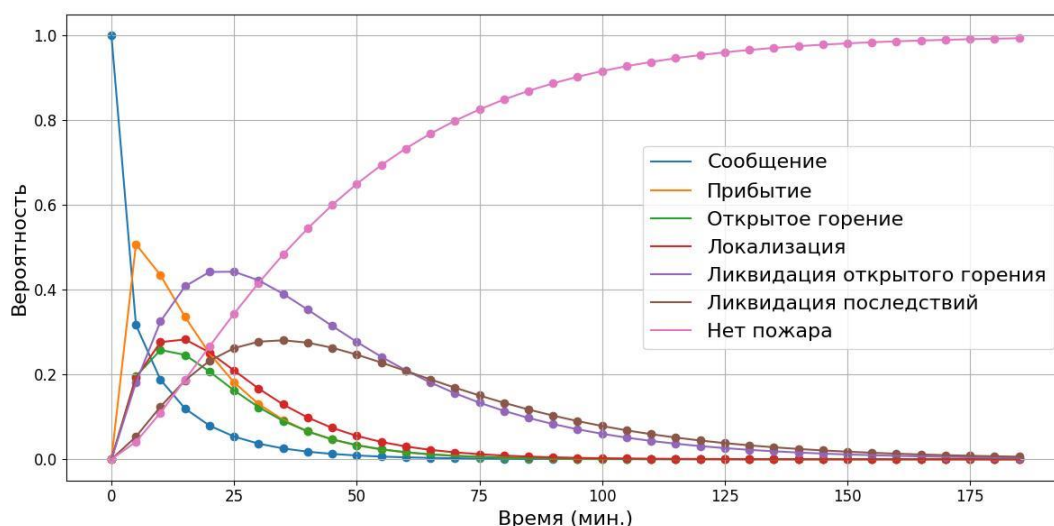


Рис. 3. Вероятности состояний процесса ликвидации пожара, вычисленные по обученной МЦ, для продолжительности шага МЦ в 5 минут

Как видно на рис. 3, для любого значения вероятности (доверительной вероятности) можно определить ожидаемый момент окончания пожара (см. линию «Нет пожара», по которой видно, что с вероятностью 0,9 пожар завершится через 95 минут после его начала, а с вероятностью 0,98 – через 140 минут). По мере развития пожара значения вероятностей текущих (т.е. начальных $\bar{p}(0)$) состояний может уточняться, что приведет и к уточнению прогнозных характеристик дальнейшего развития пожара, представленных на рис. 3. Продолжительность шага МЦ может быть выбрана любой в зависимости от практической потребности, т.е. соответствующей шагу мониторинга и/или управления процессами при ликвидации пожара.

Выводы

1. Современные методы машинного обучения позволяют достаточно быстро строить математические модели, адекватно описывающие реальные процессы, возникающие при ликвидации чрезвычайных ситуаций. для дальнейшего их использования в системах прогнозирования и поддержки принятия решений. МЦ является одним из удобных инструментов такого рода.

2. Предложенный подход позволяет весьма гибко подбирать статистические данные, соответствующие тем или иным особенностям объектов пожаротушения, что позволяет строить марковские модели, учитывающие особенности именно данной группы. Это обеспечит высокое качество прогнозирования на основе таких моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с.
2. Ли Ц., Джадж Д. Зельнер А. Оценивание параметров марковских моделей по агрегированным временным рядам. М.: Статистика. 1977. 221 с.
3. Топольский Н.Г., Вилисов В.Я. Методы, модели и алгоритмы в системах безопасности: машинное обучение, робототехника, страхование, риски, контроль. М.: РИОР. 2021. 475 с. <https://doi.org/10.29039/02072-2>. EDN: XJPGSH

© Вилисов В.Я., Вилисова А.В., Козырев А.Г., 2024

УДК 614.84

Малофеев Р.Е., Гилева З.В., Тараканов Д.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: malofeev_92@inbox.ru

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЖАРНЫХ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ

Аннотация. Возгорания в резервуарных парках представляют высокую опасность для промышленности, связанной с хранением горючих веществ. Эти инциденты могут вызвать значительные материальные и человеческие потери из-за угроз взрывов, токсичных газов и разрушения инфраструктуры. Обеспечение безопасности требует соблюдения строгих протоколов, использования современных средств защиты и регулярного обучения пожарных. Важны оценка рисков, применение специализированного оборудования и технологий мониторинга, а также эффективная координация действий служб. Анализ крупных инцидентов, таких как взрывы в Пекине и пожар в Лос-Анджелесе,

подчеркивает необходимость комплексного подхода для минимизации рисков и улучшения безопасности.

Ключевые слова: возгорание, резервуарный парк, пожарная безопасность, тактика тушения, средства индивидуальной защиты

Malofeev R.E., Gileva Z.V., Tarakanov D.A.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

FEATURES OF ENSURING THE SAFETY OF FIREFIGHTERS WHEN EXTINGUISHING A FIRE IN A TANK FARM

Abstract. Fires in tank farms pose a serious danger to the industry associated with the storage of combustible substances. These incidents can cause significant material and human losses due to the threat of explosions, toxic gases and destruction of infrastructure. Ensuring safety requires compliance with strict protocols, the use of modern protective equipment and regular training of firefighters. Risk assessment, the use of specialized monitoring equipment and technologies, as well as effective coordination of services are important. Analysis of major incidents such as the Beijing bombings and the Los Angeles fire highlights the need for a comprehensive approach to minimize risks and improve safety.

Key words: fire, tank farm, fire safety, extinguishing tactics, personal protective equipment

Возгорание резервуарного парка представляет собой одну из наиболее опасных ситуаций в промышленности, связанной с хранением и переработкой горючих веществ. Эти инциденты могут приводить к значительным потерям как материального, так и человеческого характера. Актуальность темы обусловлена высокой степенью опасности таких происшествий, так как резервуарные парки часто содержат горючие и взрывоопасные вещества. Пожары в таких местах крайне опасны как для окружающей среды, так и для здоровья и жизни работников, участвующих в тушении. Пожарные сталкиваются с множеством рисков, таких как воздействие высоких температур, токсичных газов, возможность взрывов и физическое перенапряжение. Поэтому обеспечение охраны труда, использование современных средств индивидуальной защиты и соблюдение строгих инструкций становятся ключевыми факторами безопасности.

При возгорании резервуарного парка возникает несколько типов опасностей. Взрывы представляют собой одну из главных угроз, поскольку резервуары, содержащие горючие жидкости или газы, взрываются при высокой температуре или контакте с открытым огнем, создавая серьёзную угрозу для здоровья и жизни. Пожар также приводит к выделению токсичных и вредных для здоровья газов, таких как угарный газ, сероводород или соединения с

содержанием серы и азота, что вызывает отравления и долгосрочные проблемы со здоровьем у спасателей и окружающих. Высокие температуры, создаваемые пожаром, вызывают термические ожоги, перегрев и обезвоживание у людей, находящихся в зоне воздействия. Интенсивное пламя повреждает или разрушает резервуары и инфраструктуру, что приводит к дополнительным утечкам и возгораниям, а также загрязнению окружающей среды. Риск вторичных возгораний присутствует, так как пожар распространяется на соседние объекты или горючие материалы, усложняя борьбу с огнём и увеличивая ущерб. Для оценки и анализа данных по инцидентам в резервуарных парках можно обратиться к статистике, представленной в таблице 1 [1-3].

Таблица 1

Статистика инцидентов при пожаре в резервуарных парках

Место, дата	Продолжительность пожара	Задействовано в тушении пожара, чел	Задействованная в тушении пожара техника	Жертвы среди мирного населения, чел	Жертвы среди пожарных, чел
Куба 2022	7 дней	Около 500	Около 50 пожарных машин, 2 вертолета	1 погибший, 50 раненых	0
США, Техас 2021	2 дня	Около 100	Около 30 пожарных машин, 2 вертолета	0	2 погибших, 6 раненых
Пуэрто-Рико, 2009	4 дня	Около 150	Около 25 пожарных машин, 1 вертолет	2 погибших, 10 раненых	1 погибший

Различные опасности требуют применения специализированных средств защиты и строгого соблюдения протоколов безопасности для минимизации рисков для пожарных и окружающей среды. Нормативно-правовая база включает ГОСТ Р 12.1.004-2015, который устанавливает требования к защите от вредных факторов, и СНиП 21-01-97, содержащий правила и нормы по обеспечению пожарной безопасности на различных объектах.

Основные требования к охране труда пожарных заключаются в использовании качественных средств индивидуальной защиты, таких как термостойкие костюмы, каски, защитные перчатки, обувь и дыхательные

аппараты, чтобы защитить от высоких температур, токсичных газов и горячих частиц. Регулярные тренировки по действиям в условиях возгорания резервуарного парка, включая использование специального оборудования и техники безопасности, являются обязательными. Все пожарное оборудование, включая насосы, шланги и системы охлаждения, должно регулярно проверяться и поддерживаться в рабочем состоянии. Важно организовать безопасные зоны вокруг места возгорания и ограничить доступ к этим зонам, чтобы предотвратить ненужные риски для сотрудников и других людей. Применение современных технологий для мониторинга и управления ситуацией, таких как системы автоматического обнаружения и тушения пожаров, также может повысить безопасность. Все действия должны проводиться в соответствии с установленными инструкциями и протоколами, разработанными для конкретных ситуаций и типов резервуарных парков. Эффективная координация между различными службами и подразделениями является необходимой для обеспечения оперативного и слаженного выполнения всех необходимых действий.

Тактика и техника тушения пожаров на резервуарных парках требуют тщательной подготовки и выполнения ряда специфических мероприятий. Первоначально необходимо провести оценку ситуации, включая определение типа горючих материалов в резервуарах, уровня их заполнения, состояния конструкций и возможных угроз, таких как взрывы или выбросы токсичных веществ. На основе этой оценки разрабатывается тактический план тушения, включающий выбор методов и оборудования, а также организацию действий персонала. Важным этапом является установление безопасных зон и маршрутов эвакуации для защиты людей и минимизации ущерба. Применяются современные методы, такие как охлаждение резервуаров с помощью водяных завес и использование специальных противопожарных химикатов. Одновременно осуществляется координация с медицинскими и аварийными службами для обеспечения быстрой помощи в случае необходимости. Эффективность тактики во многом зависит от слаженности действий и быстрого реагирования на изменения в ситуации. Пример расстановки сил и средств при тушении пожара при разливе ГЖ резервуара, представлен на рис. 1.

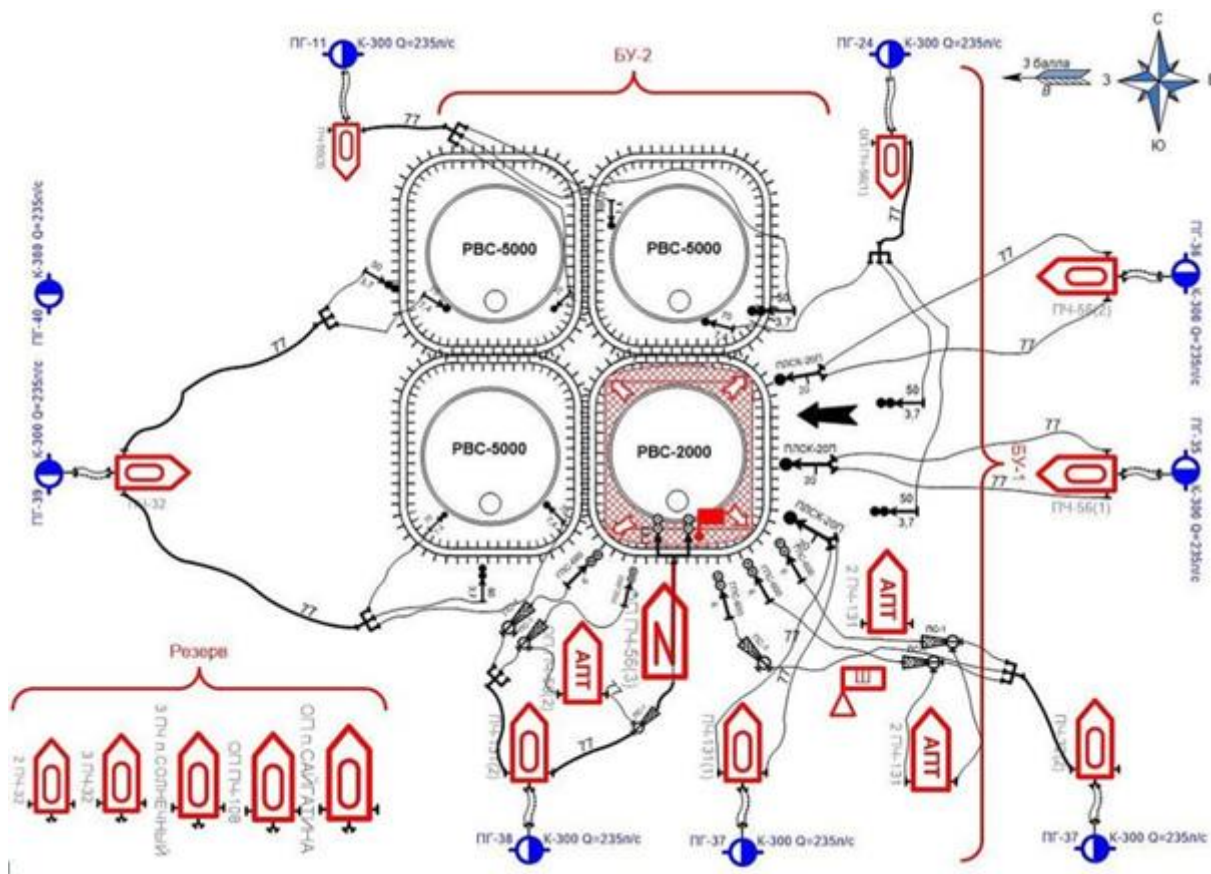


Рис. 1. Схема расстановки сил и средств при тушении пожара при разливе ГЖ резервуара [4]

Обеспечение безопасности на месте происшествия включает установку безопасных зон вокруг очага возгорания. На начальном этапе тушения рекомендуется применять метод охлаждения резервуаров снаружи, используя водяные стволы для снижения температуры и предотвращения разрушения резервуаров. Вода может быть использована для охлаждения резервуаров и предотвращения перегрева. При этом важно контролировать скорость подачи воды и избегать создания чрезмерного давления на конструкцию резервуара. Специальные системы охлаждения и орошения создают защитный водяной экран. Важным элементом тактики является изоляция горящего резервуара от других объектов, что помогает предотвратить распространение огня. При необходимости могут применяться химические средства для тушения, такие как пенообразователи, которые эффективны при работе с горючими жидкостями и предотвращают образование паров и газов.

Непрерывное наблюдение за состоянием пожарной зоны, использование тепловизоров и датчиков для отслеживания температуры и выявления горячих точек являются важными аспектами мониторинга и контроля. После тушения

пожара необходимо провести анализ происшествия для выявления причин и улучшения тактики и техники тушения.

Конкретные примеры значительных инцидентов включают взрыв на нефтехимическом заводе в Пекине в январе 2022 года и пожар на складе химических веществ в Лос-Анджелесе в августе 2023 года. В Пекине взрыв произошел из-за неконтролируемого воспламенения химических веществ, что привело к разрушению части завода, большому количеству пострадавших и значительному материальному ущербу. В Лос-Анджелесе пожар быстро распространился на большую площадь, затронув несколько складских помещений и вызвав значительное разрушение здания и густые клубы дыма. Эти инциденты подчеркнули важность строгого соблюдения стандартов безопасности, регулярного обучения персонала и постоянного совершенствования систем управления безопасностью на производственных объектах.

Возгорания в резервуарных парках представляют высокую угрозу для жизни людей, экологии и инфраструктуры. В условиях повышенной опасности таких объектов необходимо применять комплексные меры, направленные на предотвращение возгораний и эффективное тушение пожаров. Ключевую роль играют использование современных средств индивидуальной защиты, соблюдение стандартов безопасности и постоянное обучение персонала. Примеры крупных инцидентов демонстрируют, что игнорирование этих мер приводит к катастрофическим последствиям. Таким образом, выявленные особенности охраны труда пожарных показали, что помимо физических, химических, биологических опасных вредных факторов при тушении пожара особое значение имеет психофизиологический. Поэтому, одним из ключевых принципов по минимизации последствий опасных вредных факторов, являются мероприятия экстренной реабилитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожар в резервуарах в Матансасе. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bbc.com/news>. Дата обращения: 06.09.2024.
2. Пожар в резервуарах в Пуэрто-Рико. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nytimes.com>. Дата обращения: 06.09.2024.
3. Пожар на нефтехимическом заводе в Техасе. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bbc.com/news>. Дата обращения: 06.09.2024.
4. Схема расстановки сил и средств при тушении пожара при разливе ГЖ резервуара. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vk.com/wall-103737677_77769. Дата обращения: 05.09.2024.

© Малофеев Р.Е., Гилева З.В., Тараканов Д.А., 2024

УДК 614.84

Вилисов В.Я., Романов Р.С., Абрамова А.И., Рыбаков К.И.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
(Мытищинский филиал), г. Мытищи, Российская Федерация
e-mail: vvib@yandex.ru

ОБ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАНГОВ ПОЖАРОВ ПО ИХ РЕГИСТРИРУЕМЫМ ПРИЗНАКАМ

Аннотация. Предлагается строить экспертную систему (ЭС), предназначенную для поддержки принятия решений о выделении сил и средств (СиС) на ликвидацию пожаров, путем отнесения текущего вектора признаков к тому или иному рангу. В основу ЭС положено дерево решений (ДР), обучаемое для классификации рангов. Но в отличие от традиционных подходов к разметке исходной выборки учителем (специалистами, оценивающими ранг пожара), предлагается размечать записи на основе кластеризации по группе выходных показателей (ущерба) и/или по входным показателям (характеристикам объекта пожара и времени реагирования). Приведены оценочные расчеты на реальных и модельных данных.

Ключевые слова: ранг пожара, дерево решений, машинное обучение, кластерный анализ

Vilisov V.Ya., Romanov R.S., Abramova A.I., Rybakov K.I.

Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi branch), Mytishchi, Russian Federation

ABOUT THE EXPERT SYSTEM FOR DETERMINING THE RANKS OF FIRES BY THEIR RECORDED SIGNS

Abstract. It is proposed to build an expert system (ES) designed to support decision-making on the allocation of forces and resources (C&C) to eliminate fires, by assigning the current vector of signs to one or another rank. The ES is based on a decision tree (DT), trained to classify ranks. But in contrast to traditional approaches to marking the initial sample by a teacher (specialists assessing the rank of a fire), it is proposed to mark records based on clustering by a group of output indicators (damage) and/or by input indicators (characteristics of the fire object and response time). Estimated calculations based on real and model data are presented.

Key words: fire rank, decision tree, machine learning, cluster analysis

Введение. Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) позволяют органично комплексировать различные методы машинного обучения в единую конструкцию для решения целевых задач. Одной из важных прикладных задач пожарной безопасности является выделение сил и средств (СиС),

адекватных степени сложности (рангу, номеру) пожара. В практике управления процессом ликвидации пожаров ранг назначается лицом, принимающим решения - ЛПР (дежурным офицером гарнизона и/или руководителем тушения пожара - РТП), на основании текущей информации о пожаре. Эта процедура не формализована и опирается на практический опыт ЛПР. Если ранг задан, то он почти однозначно определяет необходимый объем СИС. Так, в некоторых субъектах такое соответствие закреплено приказами (по Москве – приказ МЧС от 18.09.2017 № 559 [1]). Данная работа и посвящена анализу возможности использования подходов и средств ИИ для определения ранга по текущей информации о пожаре, как средства поддержки принятия решений.

Для обеспечения высокой эффективности принимаемых ЛПР решений могут быть использованы такие средства ИИ как экспертные системы (ЭС). Они обеспечивают поддержку принятия решений путем предложения лицу, принимающему решения, одного или нескольких вариантов решения, а ЛПР может принять и утвердить для реализации один из них или отклонить все, предложив свой. Основная особенность ЭС заключается в возможности объяснения (обоснования, прослеживания логики вывода) предлагаемого решения. Таким свойством обладают деревья решений (ДР), используемые в сфере ИИ для решения задач классификации и регрессии [2]. ДР, как и нейросети, обучаются на размеченных наборах данных. Однако, особенность данных о регистрируемых пожарах заключается в том, что они не содержат ранга. Поэтому возникает задача поставить в соответствие каждому пожару (из набора данных) его ранг, чем и разметить выборку, сделав ее пригодной для обучения ДР. Открытым остается и вопрос о том, какие из признаков (полей набора регистрируемых данных) выбрать для кластеризации записей по рангам. В работе очень кратко приведены три основных фрагмента исследования – ранговая кластеризация по входным данным, по выходным данным, обучение ДР по размеченным данным о пожарах.

Дерево решений как основа экспертной системы для определений ранга пожара. ДР – это математическая модель, представленная в виде графа, которая отображает точки (вершины графа) принятия решений, предшествующие им события и последствия [2]. Модели в виде ДР более вербализуемы, интерпретируемы и понятны человеку, чем многие другие конструкции, получаемые с помощью машинного обучения. Поэтому ДР широко используются на практике, позволяя решать задачи классификации и регрессии.

ДР, как и другие машинообучаемые модели, направленные на решение задач классификации и регрессии, имеют свои плюсы и минусы. С учетом этого к настоящему времени разработано значительное число алгоритмов обучения

ДР [3] таких, например, как: ID3, CART, C4.5, C5.0, NewId, ITrule, CHAID, CN2 и т.д. Но наибольшее распространение и популярность получили первые четыре.

В рамках исследования проведено обучение ДР на выборке, состоящей из набора точек, разделённых (размеченных) на 2-6 кластеров, соответствующих количеству рангов (в зависимости от типа региона и категорий объектов рабочее множество рангов может варьироваться от двух до шести), и анализа по результатам обучения количества ошибок на тестовой выборке. На этапе предварительного анализа подготовлена выборка, состоящая из 1000 наблюдений, представленных 15-ю характеристиками пожаров, данных по которым предварительно размечены кластеризацией (см. далее) и нормированы (приведены к диапазону [0; 1]), разделены на обучающую и тестовую выборки. По обучающей выборке проведено обучение дерева решений (как дерева классификации), по тестовой выборке проанализировано количество ошибок. На рис. 2 приведен упрощенный вариант ДР, построенного и обученного для классификации двумерных точек (x_0, x_1) по четырем рангам.

Каждый узел ДР содержит информацию об анализируемой (на данном шаге дерева) переменной, ее пороговом значении ветвления, значении энтропии (как целевого показателя классификации для данного узла).

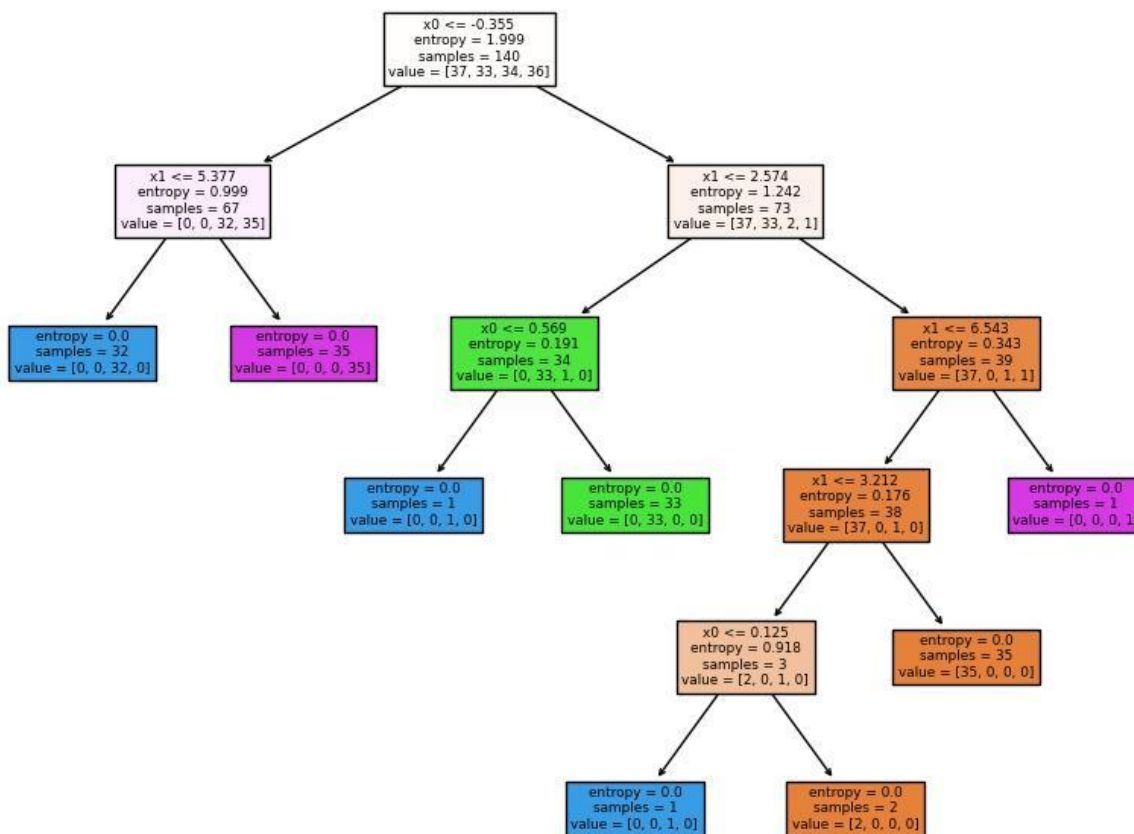


Рис. 1. Обученное дерево решений для множества из четырех рангов

Количество элементов выборки, дошедших до данного узла и вектор значений их распределения по кластерам (в данном случае - по четырем). Если обучение выполнено, то всякий новый вектор наблюдений, путем проверки значений своих координат может быть отнесен к одному из классов (в данном случае – к одному из четырех рангов). Эта процедура выделяет путь на дереве от его корня к одному из листьев. Путь и является одним из элементов, объясняющих классификацию текущей точки. Проверка обученной модели (ДР) на тестовой выборке показала высокий уровень качества классификации (accuracy = 0,97 – отношение количества верно предсказанных к общему числу элементов выборки).

Обучение дерева должно выполняться на размеченной выборке. Но структура выборки не содержит поля, в явном виде отражающего ранг пожара. Поэтому в рамках данного исследования была предпринята попытка разбиения множества признаков (регистрируемых показателей) пожара на четыре основные группы: а) характеристики объекта пожара; б) время реагирования (продолжительность) фаз ликвидации пожара; в) объем выделенных СИС для ликвидации пожара; г) ущерб от пожара (прямой материальный ущерб, число погибших, пострадавших, а также другие виды ущерба). Первые две группы показателей являются входными, практически не зависящими от действий МЧС, третья группа – управляющие воздействия на пожар, четвертая группа – результаты входных данных и управления. Предыдущие исследования [4] показали, что кластеризация СИС (третья группа показателей), выделяемых на пожары, приводит к структуре кластеров, практически совпадающей со структурой рангов, определенных некоторыми директивными документами. Здесь представлены результаты анализа первых двух и четвертой групп показателей.

Кластерный анализ данных об ущербе. Для распределения записей о пожарах по кластерам был выполнен кластерный анализ методом К-средних для группы признаков, отражающих ущерб от пожара, в частности: количество людей, погибших на пожаре; получивших травмы; прямой материальный ущерб от пожара (тыс. руб.); количество спасенных на пожаре людей; эвакуированных людей, спасенных на пожаре материальных ценностей (тыс. руб.). Выборка реальных данных, после предварительного разведочного анализа, содержала 869 записей, на которых была выполнена кластеризация для различного количества искомых кластеров ($K = 2 - 6$), обычно встречающегося в практике ликвидации пожаров [5, 6].

Таблица 1

Количественный состав кластеров при различном их количестве

К	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5	Кластер 6
2	828	41	–	–	–	–
3	819	41	9	–	–	–
4	803	41	16	9	–	–
5	761	47	41	16	4	–
6	761	47	41	16	3	1

Применение метода локтя показало, что оптимальным количеством кластеров для рассматриваемого набора данных является 3, что соответствует рангам 1, 1-бис и 2. Это не противоречит и априорным представлениям о взаимных количественных отношениях пожаров различных типов [5].

Кластерный анализ данных о входных показателях ликвидированных пожаров. Предварительный и разведочный анализ позволил из исходной выборки данных отобрать 2591 запись с 10-ю входными характеристиками каждая. В числе характеристик из первой группы: вид населённого пункта; вид пожарной охраны населённого пункта; этаж возникновения пожара; степень огнестойкости здания (сооружения). Из второй группы: время сообщения; время прибытия 1-го подразделения; время подачи 1-го ствола; время локализации; время ликвидации открытого горения; время ликвидации последствий пожара.

Кластерный анализ методом К-средних для первой группы признаков в различном их количестве и составе привел к оптимальному количеству кластеров (от 3 до 9), определенному сглаженным методом локтя. Такое (>3) количество кластеров слабо коррелирует с имеющимися директивными документами о количестве рангов.

Выводы

1. Применение машинообучаемых деревьев решений в качестве модели построения экспертных систем для определения ранга пожара представляется удобным и наглядным.

2. Кластерная разметка данных для обучения деревьев решений, на основе использования выходных характеристик пожаров, позволяет строить достаточно узко (персонифицировано под класс ситуаций или объектов) настроенные деревья решений, что позволит обеспечить высокую адекватность модели объектам.

3. Анализ показал, что кластеризацию входных данных о пожарах не целесообразно использовать для разметки обучающей выборки дерева решений в силу недостаточного соответствия структуры кластеров общепринятой структуре рангов пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О введении в действие Расписания выездов подразделений гарнизона пожарной охраны города Москвы для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ. Приказ от 18 сентября 2017 года № 559 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://pojaru.net.ru/load/raspisanie_vyezdov_garnizona_g_moskvy/9-1-0-641 (дата обращения 22.06.2024).
2. Николенко С., Кадуринов А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с.
3. SciKit-Learn. Machine Learning in Python [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scikit-learn.org/stable/> (дата обращения 22.06.2024).
4. Вилисов В.Я., Хабибулин Р.Ш. Статистический анализ и моделирование данных о ликвидации пожаров на топливно-энергетических предприятиях // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2023. № 3. С. 63-74. DOI:10.25257/FE.2023.3.63-74.
5. Топольский Н.Г., Вилисов В.Я. Методы, модели и алгоритмы в системах безопасности: машинное обучение, робототехника, страхование, риски, контроль. М.: РИОР. 2021. 475 с. EDN: XJPGSH
6. Хабибулин Р.Ш. Кластерный анализ в области предупреждения и ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций // Технологии техносферной безопасности. 2022. Вып. 3 (97). С. 202-214. EDN: SQYONX.

© Вилисов В.Я., Романов Р.С., Абрамова А.И., Рыбаков К.И., 2024

УДК 614.84

Мальшева Е.М., Гарданова Е.В.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: malysheva.em@ugatu.su

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ В ГОРОДАХ ПО ВИДАМ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. В данной работе проанализированы пожары в городах по видам объектов с 2003 по 2022 годы. Выявлено, что наибольшее количество пожаров зафиксировано в 2003 году на объектах жилого сектора.

Ключевые слова: анализ, пожар, город, вид, объект

ANALYSIS OF FIRES IN CITIES BY TYPE OF OBJECTS

Abstract. This paper analyzes urban fires by type of facility from 2003 to 2022. It is revealed that the largest number of fires was recorded in 2003 in residential sector facilities.

Keywords: analysis, fire, city, view, object

Ежегодно в мире, в том числе и на территории Российской Федерации, в различных населенных пунктах возникают пожары [1]. Проанализируем данные и сделаем выводы о пожарах в городах по видам объектов на основании данных Государственной противопожарной службы. Распределение пожаров за 2003-2010 гг. приведено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение пожаров в городах за 2003-2010 гг.

Объект пожара	Количество пожаров, ед.							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Здание производственного назначения	8473	8149	7230	6672	6163	5543	4051	4011
Здание торгового предприятия	6249	5797	5533	5356	5081	4473	3781	3804
Здание образовательного учреждения	860	746	554	474	461	348	289	232
Здание детского учреждения	363	264	230	171	155	115	70	56
Здание культурнозрелищного учреждения	432	408	408	398	290	260	265	234
Здание лечебно-профилактического учреждения	554	497	435	328	330	255	246	223
Здание административно-общественного учреждения	2011	1964	1930	1820	1737	1516	1758	1580
Здание жилого сектора	114918	111269	107751	100749	96000	89356	80230	74602
т.ч. жилой дом	72901	70103	67393	63505	60002	56374	49845	47003
Здание сельскохозяйственного назначения	358	313	267	260	229	197	160	110
Строящееся здание	941	857	794	775	874	856	895	839
Сооружение, установка	1227	1203	1121	1064	1096	996	1015	930
Место открытого хранения материалов, сельскохозяйственные угодья	2223	1813	1594	1377	1273	1137	635	645
Транспортное средство	15585	16147	16003	16958	17157	17789	17874	17786
Неэксплуатируемое здание	2509	2722	3197	2747	2983	2702	1873	1704
Человек	1464	1705	1757	1839	1802	1767	1523	1373
Прочий объект	2303	2220	2250	2358	2354	2123	1863	1627

Как видно из таблицы 1, основным объектом возникновения пожаров выступает «здание жилого сектора и жилой дом», так как количество случаев пожара на данных объектах сначала имеет наиболее высокие данные с 114918 в 2003 году и 74602 в 2010 году. Также пожар в жилых домах 72901 случаев в 2003 году и 47003 случаев в 2010 году. Показатели снижения незначительные, но общее снижение к 2010 году, предположительно связано с мерами профилактической работы. Следует обратить внимание на высокое количество пожаров в зданиях жилого сектора в 2022 году. Наименьший показатель пожаров в зданиях детского учреждения – 363 в 2003 году и 56 в 2010 году [2].

В целом к 2010 году стало меньше пожаров в зданиях производственного назначения, зданиях торгового предприятия зданиях детского учреждения.

Рассмотрим распределение пожаров за 2011-2022 гг., приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Распределение пожаров на объектах за 2011-2022 гг.

Объект пожара	Количество пожаров, ед.											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Здание производственного назначения и склады	2688	2461	2225	2219	2036	1896	2019	2021	2525	2427	2645	1489
Складские здания	1000	979	942	933	836	878	906	895	1005	989	955	595
Здание торгового предприятия	3084	2812	2715	2382	2288	2091	2032	1985	2052	2021	2020	1870
Здания учебно-воспитательного назначения	264	242	208	163	215	164	166	218	258	223	263	259
Здание для культурно-досуговой деятельности населения и религиозных обрядов	217	200	168	170	164	147	155	156	226	161	145	195
Здание здравоохранения и социального обслуживания населения	179	166	833	140	130	110	126	162	203	208	233	244
Здание сервисного обслуживания населения	679	796	753	862	812	905	765	787	943	924	908	1066
Административное здание	872	795	193	697	721	714	577	631	697	697	647	834
Здание для временного пребывания (проживания) людей	299	205	162	145	180	172	162	210	266	207	242	225
Здание жилого назначения и надворные постройки	69802	65021	59208	57217	55580	53766	51440	50809	65085	62166	62000	56518
в т.ч. жилой дом	43456	40749	37280	35572	34144	33291	32087	31729	41949	39470	40055	37769
Здание сельскохозяйственного назначения	113	99	120	70	60	83	81	85	113	100	116	90
Место открытого хранения материалов, сельскохозяйственные угодья	633	1243	1372	1241	1814	1819	1627	1418	17564	18390	52475	62735
Сооружения, установки промышленного назначения	854	827	830	699	618	696	573	541	1220	1269	1157	676
Строящееся (реконструируемое) здание	762	704	724	716	719	609	535	588	711	684	693	930
Прочие здания, сооружения и помещения общественного назначения	-	139	121	123	111	110	96	76	-	-	-	-
Отдельно стоящая хозяйственная постройка (бытовка, вагончик, сарай, хозблок, будка и др.)	-	738	880	1057	1130	1023	1059	1032	-	-	-	-
Неэксплуатируемое здание	1779	1662	1967	2007	2417	2297	2387	2302	6144	5414	5043	4931
Транспортное средство	17401	17909	17196	16779	15166	13719	12454	11574	12236	11241	11400	9672
Носильные вещи (вещи на человеке)	1300	1058	1090	132	1066	945	776	745	955	823	654	697
Сухая трава (сено, камыш и тд.)	-	-	-	-	-	-	-	-	52547	40168	34511	25019
Мусор	-	-	-	-	-	-	-	-	92389	77631	65801	40078
Прочий объект	1635	1208	1405	958	497	490	472	426	8592	8023	7932	9206

По данным таблицы 2, можно выделить некоторые изменения в статистических данных, где с 2011 года добавились новые объекты распределения пожаров:

- строящееся (реконструируемое) здание общественного назначения – добавлено дополнение «реконструируемое»;
- прочие здания, сооружения и помещения (раннее «прочий объект»);
- отдельно стоящая хозяйственная постройка (бытовка, вагончик, сарай, хозблок, будка и др.);
- мусор.

В целом за рассматриваемый период следует отметить, что наибольшее количество пожаров зафиксировано в 2011 году на объектах «здания жилого назначения и надворные постройки» – 69802 случаев, наименьшее на объектах: «прочие здания, сооружения и помещения общественного назначения; отдельно стоящая хозяйственная постройка (бытовка, вагончик, сарай, хозблок, будка и др.); сухая трава (сено, камыш и тд.) и мусор» – 0 случаев. Так к 2022 году изменились показатели наивысшего количества пожаров на объектах «здания жилого назначения и надворные постройки» – до 56518 случаев, что в сравнении с 2011 годом меньше примерно на 15%. Наименьший показатель количества пожаров в 2022 году зафиксирован на объектах: «прочие здания, сооружения и помещения общественного назначения» и «отдельно стоящие хозяйственные постройки (бытовка, вагончик, сарай, хозблок, будка и др.)» – 0 случаев. Следует отметить, что за рассматриваемый период не зафиксированы пожары на объектах «прочие здания, сооружения и помещения общественного назначения и отдельно стоящая хозяйственных построек (бытовка, вагончик, сарай, хозблок, будка и др.)».

Детально проанализируем динамику пожаров на объекте «транспортные средства» (рис.1), который на втором месте по количеству пожаров.

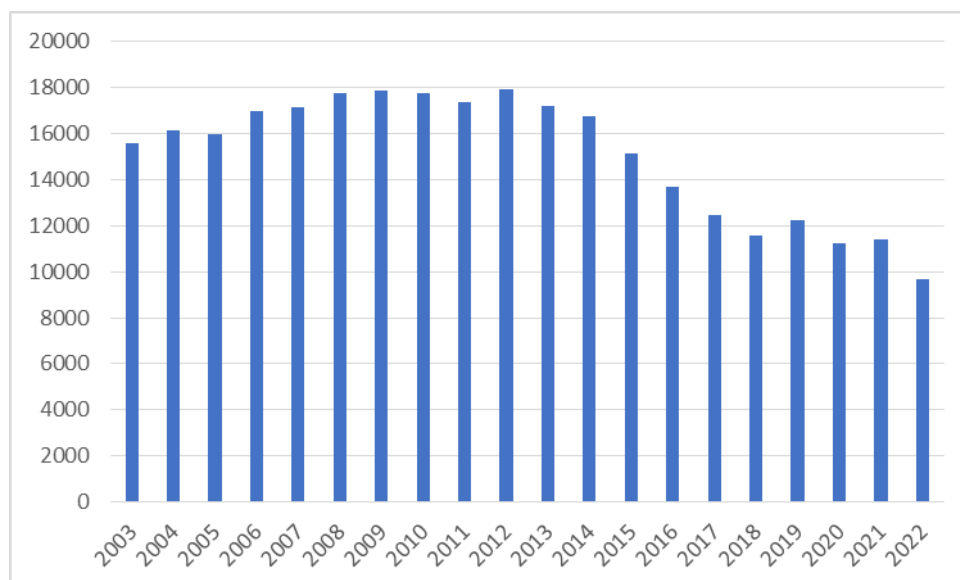


Рис. 1. Динамика пожаров на объекте «транспортные средства» за 2003-2022 гг.

Как видно из рис. 1 минимальное количество пожаров зафиксировано в 2022 г., а максимальное в 2012 г. С 2003 по 2009 гг. наблюдается тенденция к возрастанию количества пожаров, а с 2012 по 2018 прослеживается тенденция к уменьшению. В общем разрезе не наблюдается четкой межгодовой динамики. В 2018 г. относительно 2019 г. количество пожаров возросло на 5,4%.

Таким образом, учитывая общий анализ пожаров в городах по видам объектов с 2003 по 2022 годы наблюдается общая тенденция к снижению количества пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Насырова Э.С., Нафикова Э.В., Камаева Э.Д., Фазылова А.В. Пожарная безопасность как фактор обеспечения устойчивого развития // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. № 2 (58). С. 181-187.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2007-2023 гг.: статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2007-2023 гг.

© Малышева Е.М., Гарданова Е.В., 2024

1.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧС

УДК 004.8

Шило А.А., Галюжин А.С.

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

e-mail: shilooa.job@gmail.com

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ОСНОВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аннотация. В данной работе описана концепция программного обеспечения, основой которого является искусственный интеллект. Идея заключается в разработке технологии позволяющей быстро и эффективно прогнозировать, минимизировать последствия и предотвращать чрезвычайные ситуации природного, техногенного и антропогенного характера. Это достижимо за счет взаимодействия между всеми существующими системами и средствами передачи данных. Благодаря высокой скорости обработки информации и способности анализировать не только опыт последних лет, но и просчитывать все вероятные исходы любой чрезвычайной ситуации, искусственный интеллект поможет вывести возможности по обеспечению безопасности населения и окружающей среды на более высокий уровень.

Ключевые слова: искусственный интеллект, программное обеспечение, обработка информации, прогнозирование, чрезвычайная ситуация, безопасность

Shilo A.A., Galiuzhin A.S.

Belarusian-Russian University, Mogilev, Republic of Belarus

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS THE BASIS OF SOFTWARE FOR PREDICTING AND PREVENTING EMERGENCY SITUATIONS

Abstract. This work describes the concept of software, the basis of which is artificial intelligence. The idea is to develop a technology that allows to quickly and effectively predict, minimise the consequences and prevent natural, technogenic and anthropogenic emergencies. This is achievable through the interaction between all systems and data transmission means. Thanks to the high speed of information handling and the ability to analyse not only the experience of recent years, but also to calculate all probable outcomes of any emergency situation, artificial intelligence will help bring the ability to ensure the safety of the population and the environment to a higher level.

Key words: artificial intelligence, software, information handling, prediction, emergency situation, safety

Регулярно человечество сталкивается с разного рода катастрофами природного, техногенного и антропогенного характера. В ходе изучения статистических данных и специализированной литературы можно сделать вывод, что в настоящий момент точность прогнозирования чрезвычайных ситуаций находится на относительно невысоком уровне. Это отчетливо видно при анализе данных о количестве жертв и нанесенном ущербе [1]. Именно поэтому остро встает вопрос о разработке наиболее эффективного программного обеспечения, которое объединит в себе все существующие системы мониторинга потенциально опасных объектов, зон и явлений, прогнозирования и предотвращения катастроф, а также системы реагирования и оповещения населения.

С развитием информационных технологий все чаще во многих сферах деятельности человека, в том числе профессиональной и повседневной, находит применение искусственный интеллект (ИИ). Как следствие, за довольно короткий срок образовалась обширная база данных, передаваемых ежедневно как непосредственно между людьми, так и между системами, задачей которых является обработка и передача информации.

Концепция программного обеспечения для прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций основана на использовании искусственного интеллекта как ядра структуры. Такой подход позволит максимально быстро обрабатывать сведения из самых разных источников и просчитывать бесконечное множество исходов каждой катастрофы.

Рациональность внедрения вышеописанной технологии можно оценить на конкретных примерах.

Одной из глобальных проблем, возникающих ежегодно, являются землетрясения разной магнитуды. На сегодняшний день краткосрочное прогнозирование землетрясений трудноосуществимо. Большим достижением в этом направлении стала разработка новых систем слежения за потенциально опасными территориями. Одной из таких систем является сеть из большого количества GPS-станций, позволяющая выдавать сигнал оповещения об угрозе землетрясения. Это поможет заблаговременно остановить производства, снизить скорость транспортных средств, таких как поезда, а также предупредить учреждения здравоохранения о вероятных перебоях в работе систем жизнеобеспечения и об опасности проведения различных операций в момент подземных толчков [2]. Использование ИИ даст возможность анализировать все сведения, ежесекундно получаемые от систем слежения, и производить корректировку прогнозов в зависимости от изменений показаний датчиков, регистрирующих явления, которые предположительно являются предвестниками землетрясений, как, например, изменения в ионосфере, выбросы радона и даже

необычное поведение животных. Все это позволит не только с большей точностью предсказывать вероятность возникновения землетрясения в конкретных регионах, но и усовершенствовать систему оповещения населения, а также снизить риски нанесения социально-экономического ущерба.

Не менее важной проблемой являются пожары, возникновение которых может быть обусловлено как природными процессами, так и техногенными. Так, например, лесные пожары могут стать результатом сильного повышения температуры воздуха. Такие пожары на данный момент являются трудно прогнозируемыми. Мировой опыт показывает, что предсказать начало природного пожара возможно не ранее, чем за пять дней, и точность таких прогнозов составляет не более 50% [2]. Однако можно повысить их точность и долгосрочность с помощью искусственного интеллекта. Анализируя метеорологические данные о температуре, влажности воздуха и направлении ветра, а также выстраивая бесконечное множество цепочек вероятности возникновения природных пожаров, ИИ сможет предсказывать регион, время, вектор движения и скорость распространения пожара. Благодаря высокой производительности ИИ будет способен передавать сигнал всем системам и средствам оповещения, за счет чего станет осуществимой организация превентивных мер защиты, разграничение и изоляция потенциального очага возгорания от окружающих его лесных массивов, заблаговременная подготовка техники, необходимой для его ликвидации, а также оперативная эвакуация населения.

Техногенные пожары зачастую возникают из-за несоблюдения требований по эксплуатации производственных объектов. Применение искусственного интеллекта поможет полностью автоматизировать системы контроля обстановки на производстве. Умные датчики получают способность не только фиксировать такие показатели, как концентрация газа в воздушной среде или изменение температуры в производственных помещениях, но и учитывать отклонения в поведении рабочего персонала, оценивая вероятность возникновения пожара вследствие неправомерных потенциально опасных действий.

С помощью умных датчиков можно прогнозировать чрезвычайные ситуации, возникающие в любой области деятельности человека. Так, например, при неправильной эксплуатации зданий и сооружений могут возникнуть такие дефекты, как прогибы и трещины в колоннах или плитах. Для предотвращения разрушения и нанесения ущерба необходимо применять различные технические решения по восстановлению и усилению таких конструктивных элементов. Каждый метод усиления обусловлен требованиями к несущей способности конкретной конструкций и назначением здания или сооружения [3]. После

проведения обследования здания, в несущих конструкциях которого были обнаружены дефекты, специалист может установить датчики для отслеживания динамики состояния элемента в заданном отрезке времени. В свою очередь, ИИ на основе полученных данных сможет прогнозировать риски, связанные с потенциальным разрушением конструкции, и самостоятельно принимать решение о методе восстановления или усиления, а также составлять перечень необходимых материалов и рассчитывать их стоимость. По такому же принципу можно предугадать и предотвратить разрушение мостов и тоннелей. В данных сооружениях необходим контроль не только физического состояния конструкции, но и динамических нагрузок, вызванных передвижением транспорта. Система постоянного мониторинга вибраций, основанная на датчиках, способных проводить анализ полученных значений с помощью ИИ, позволит заблаговременно усилить или модернизировать сооружение, воспринимающее нагрузки, превышающие норму, в результате чего появится возможность избежать возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с полным разрушением сооружений и влекущих за собой значительный ущерб.

Еще одной сложной комплексной задачей, для решения которой имеет смысл применение искусственного интеллекта, является обеспечение безопасности передвижения на различных видах транспорта. В современных средствах передвижения применяется большое количество диагностических датчиков, но в настоящий момент обработка получаемых данных лежит на человеке. Прямым развитием данного направления служит создание автоматизированной системы на базе ИИ, способной анализировать сведения о состоянии транспортного средства, которая позволит непрерывно получать информацию о возникающих неполадках, степени их опасности, необходимом ремонте и о предположительном размере материальных затрат на его реализацию. Совокупность вышеописанных опций программного обеспечения снизит влияние человеческого фактора, являющегося одной из наиболее частых причин возникновения чрезвычайных ситуаций, на процесс эксплуатации транспортных средств.

Исходя из опыта, можно предположить, что предотвращение многих потенциально опасных ситуаций станет более эффективным благодаря наблюдению за людьми в ходе осуществления ими разного рода деятельности. Внедрение умных камер и датчиков в общественных местах, образовательных и медицинских учреждениях, транспортных узлах и в самом транспорте, а также на территориях и в помещениях, относящихся к промышленным предприятиям, даст возможность дистанционно, в режиме реального времени отслеживать действия человека и своевременно реагировать на вероятность возникновения

чрезвычайных ситуаций. Такая технология позволит анализировать паттерны поведения и обнаруживать такие отклонения, как изменение мимики, нарушение координации движений, некорректная реакция на внешние раздражители, изменения температуры тела и прочие показатели, указывающие на нездоровое психофизиологическое состояние человека. Опираясь на полученные сведения, ИИ сможет давать разного плана рекомендации, например, о временном недопущении работника к исполнению своих трудовых обязанностей. Скорость мониторинга и обработки информации с помощью ИИ откроет перспективу обеспечения безопасности в местах пребывания людей посредством оперативного информирования соответствующих служб.

Принимая во внимание все вышесказанное, можно сделать вывод, что решение о разработке программного обеспечения на основе искусственного интеллекта будет обоснованным и целесообразным. Такая технология сможет объединить и усовершенствовать все современные системы, предназначенные для обеспечения безопасности населения и окружающей среды, тем самым выводя на более высокий уровень эффективность всех процессов, начиная с прогнозирования любой чрезвычайной ситуации в независимости от того, под влиянием каких факторов она возникает, заканчивая самостоятельным принятием оптимального решения о последовательности дальнейших действий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий (пособие для руководителей организаций) / В.В. Артюхин, Е.В. Арефьева, А.В. Верескун [и др.]; под общей редакцией М.И. Фалеева. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2016. 270 с.
2. Управление природными рисками / А.Н. Чусов, М.Б. Шилин, В.М. Абрамов, В.А. Жигульский. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. 403 с.
3. Александров В.А., Шило А.А. Технические решения по восстановлению железобетонных многопустотных плит покрытия // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 28-29 октября 2021 года / редколлегия: М.Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», 2021. С. 121.

© Шило А.А., Галюжин А.С., 2024

УДК 629.7

Майоров А.Д., Старков Е.Ю.

Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: amayorov.mstuca@gmail.com; starkoff89@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО РАБОТЕ С ПОЛЁТНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

Аннотация. Рассмотрены проблемы подготовки квалифицированных специалистов по работе с полётной информацией, описаны возможные пути их решения. Приведена концепция специалиста широкого профиля, отвечающего требованиям к различным направлениям работы с полётной информацией.

Ключевые слова: полётная информация, безопасность полётов, лабораторная работа, объективный контроль

Maiorov A.D., Starkov E. Yu.

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

PECULIARITIES OF TRAINING OF FLIGHT DATA SPECIALISTS

Abstract. The problems of qualified specialists training in working with flight information are considered, possible ways to solve them are described. The concept of a generalist who meets the requirements for various areas of working with flight information is presented.

Key words: flight data, flight safety, experimental exercise, objective control

Гражданская авиация (ГА) – активно развивающаяся составная часть транспортной системы РФ. Воздушный транспорт (ВТ) имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими видами транспорта, одной из которых является отсутствие разветвленной сети коммуникаций. Главным показателем качества оказываемых транспортных услуг в ГА является достигнутый уровень безопасности полетов [1]. Многие направлены на достижение приемлемого уровня безопасности полетов (БП). Исследование полетной информации (ПИ) как раз относится к одному из таких направлений деятельности. ПИ или полетные данные (ПД) – информация, получаемая с помощью бортовых самописцев, дополненная, при необходимости, информацией, внесенной экипажем воздушного судна (ВС) в паспорт к носителю ПИ [2]. Эта информация является ключевым источником данных при эксплуатации авиационной техники (АТ) и проведении расследований авиационных происшествий.

Для эффективной и корректной работы с ПИ требуется группа грамотных и

квалифицированных специалистов, владеющих многими знаниями, умениями, навыками, относящимися к авиационной деятельности. Работа с ПИ может осуществляться на различных авиационных организациях и с разными целями. Для этого существуют специальные подразделения полетной информации (ППИ), а также другие отделы, связанные с ПИ. В зависимости от специфики, ППИ могут выполнять следующие задачи, связанные с ПИ:

Разработка специализированного программного обеспечения (ПО) для анализа ПИ;

Проведение анализа ПИ в рамках оперативного объективного контроля (ОК) для наблюдения за состоянием (АТ) и действиями экипажа, специального контроля в случае выявления опасного выхода за лётно-эксплуатационные ограничения (ЛЭО) или отказа, который может оказать влияние на БП, или полного ОК в случае АП комиссией по расследованию и сотрудниками специализированных лабораторий;

Анализ ПИ в учебных целях в лабораториях безопасности полётов вузов и сузов ГА;

Создание, доработка и применение математических моделей в научных центрах для проектирования новых летательных аппаратов (ЛА), расследования АС и проведения научных исследований в области динамики полёта (ДП) и эксплуатации ВС;

Анализ ПИ сотрудниками ППИ авиакомпаний для повышения качества выполнения полётов и комфорта перевозок;

Информированность пилотов о качестве выполнения полётных заданий и применение ПИ для отработки сложных ситуаций для повышения лётного мастерства экипажа.

При разработке методического пособия (МП) по выполнению лабораторных работ (ЛР), направленных на ознакомление обучающихся с процессами анализа ПИ и проведения объективного контроля (ОК), проводился эксперимент по апробации материалов ЛР на фокус-группах.

В целом ЛР выполняются на базе кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА с использованием специализированного программного обеспечения «СКАТ» (Система контроля авиационной техники), разработанного в АО «Научно-производственное предприятие «Топаз». Данное ПО используется для представления ПИ в различных видах, создания бланков экспресс-анализа, а также для перезаписи, обработки и хранения ПИ независимо от типа ВС и бортового устройства регистрации (БУР). Состав эксперимента следующий:

1. Теоретическая подготовка (основные понятия, определения и

информация, связанная с БУР и ПИ);

2. Практическая часть, состоящей из трёх заданий (3-х ЛР), последовательно знакомящих студентов с методами анализа ПИ.

Разработанный комплекс позволяет отработать базовые навыки и получить основные знания в области обработки ПИ и проведения ОК. В процессе эксперимента обучающихся последовательно знакомят с ПО «СКАТ» и процессом анализа ПД, начиная от изучения интерфейса программы и проведения автоматических экспресс-анализов, заканчивая «ручным» анализом графиков параметров ПИ и работой с нормативно-технической документацией, в числе которой присутствуют РЛЭ и различные правила по подготовке и осуществлению полетов.

В состав фокус-групп вошли студенты следующих направлений подготовки и специальностей МГТУ ГА:

20.03.01 – Техносферная безопасность (обучающиеся по модулю «Инженерно-техническое обеспечение БП»);

25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей (обучающиеся по профилю «поддержание лётной годности ВС»);

25.04.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей (обучающиеся по профилю «управление техническими и технологическими процессами эксплуатации ВС»);

25.05.03 – Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования (обучающиеся по профилю «техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронного оборудования ВС, аэропортов и воздушных трасс»);

25.03.03 – Аэронавигация (обучающиеся по профилю «управление воздушным движением» (выпускники в составе 25.04.01);

23.03.01 – Технология транспортных процессов (обучающиеся по профилю «организация перевозок и управление на воздушном транспорте» (выпускники в составе 25.04.01).

Анализ ПИ представляет собой довольно сложный процесс, так как каждый полет и ситуация являются уникальными. В каждом конкретном случае общая картина анализируется индивидуально, сопоставляясь с определенным набором признаков стандартных ситуаций (этапы полета, комбинации параметров, отказы и т.п.). Для достоверного анализа и определения особенностей конкретного случая необходим достаточно обширный набор знаний, умений и навыков, которые специалист может получить из различных дисциплин.

Исследование процесса выполнения работ и собранных отчетов позволяет сделать вывод, что студенты, имеющие базовые знания о выполнении полетов (знания признаков и принципов полета, аэродинамики и динамики полета,

конструкции воздушных судов, организации лётной деятельности и др.), показали более точные и высокие результаты по сравнению с другими. Лучше всех справились студенты, чье обучение связано с технической эксплуатацией воздушных судов (25.03.01, 25.04.01), и обучающиеся по направлению техносферной безопасности (модулю «Инженерно-техническое обеспечение безопасности полетов»), так как в их учебном плане присутствуют дисциплины, связанные с анализом происшествий и проведением расследований авиационных событий. В целом все группы так или иначе освоили работу с ПИ, однако из-за специфики обучения те или иные моменты ЛР удавалось проделать обучающимся с разной степенью сложности.

Исследовав программы обучения фокус-групп и проанализировав результаты эксперимента с апробацией материалов ЛР можно отметить ряд моментов, которые вызвали сложности при работе с ПИ:

отсутствие углублённых знаний в области аэродинамики и динамики полёта ВС;

отсутствие углубленных знаний в области конструкции ВС;

отсутствие углубленных знаний о функционировании систем ВС;

отсутствие углубленных знаний процессов ЛЭ и ТЭ ВС;

минимальные знания о процедурах выполнения полёта;

слабое понимание и знание РЛЭ и прочих нормативных актов;

отсутствие обширных знаний в области БП, в частности в расследовании АС.

По результатам проведенного исследования с участием фокус-групп и анализа рабочих программ была выявлена одна из ключевых проблем, связанная с отсутствием следующих дисциплин или недостаточным их объёмом в программе обучения специалистов по работе с ПИ [4]: основы теории авиации, аэродинамика, динамика полета, конструкция и прочность воздушных судов, динамика и прочность авиационных конструкций, конструкция и прочность авиационных двигателей, средства объективного контроля, авиационные электросистемы и авионика, информатика и математическое моделирование, основы лётной эксплуатации, безопасность полетов.

В качестве решения этой проблемы можно предложить сформировать две основные универсальные категории специалистов, связанных с анализом ПИ, дополняющих друг друга:

1. Специалист-программист, который разрабатывает ПО для анализа ПИ, создает функции и алгоритмы внутри этого ПО для корректного анализа данных, разрабатывает математические модели и др.

2. Специалист по БП, непосредственно занимающийся анализом ПИ. Он

использует полученные данные для решения прикладных задач: проведение расследований авиационных происшествий, подготовка рекомендаций эксплуатантам для повышения качества и комфорта выполнения полетов, предоставление рекомендаций производителям авиационной техники для модернизации существующих моделей и разработки новых.

В МГТУ ГА реализовано два профиля обучения, непосредственно связанными с работой с ПИ, в рамках направления подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей:

Безопасность полётов воздушных судов (БП ВС);

Интеллектуальные системы сопровождения технической эксплуатации АТ (ИССТЭАТ).

Эти профили обучения, в целом, отвечают вышеуказанным образам специалистов благодаря наличию в учебной программе таких дисциплин как Организация объективного контроля при расследовании авиационных событий, Организация и методы исследования аварийной авиационной техники (ОиМИААТ), Организация и методы расследования авиационных событий (ОиМРАС), Прикладные методы моделирования движения ВС и др. Данное направление подготовки может послужить базой для реализации выше описанной задумки по подготовке специалистов по работе с ПИ.

Ещё одна важная проблема – недостаточное количество профильных образовательных программ в учебных заведениях ГА, что сдерживает подготовку квалифицированных кадров для работы с ПИ.

На данный момент, большинство специалистов в этой области – выпускники технических вузов или ссузов, которые впоследствии прошли дополнительную подготовку в авиационно-учебном центре (АУЦ) ФАУ «Авиационный регистр Российской Федерации» по программе «Обработка и анализ в области расследования и профилактики авиационных происшествий и инцидентов» [5] и других АУЦ.

В качестве модернизации системы подготовки таких специалистов можно предложить вариант обучения в 2 этапа (рис. 1):

1. На первом этапе – обучение всем базовым дисциплинам, описанным выше, которые необходимы в любом из дальнейших направлений деятельности.
2. На втором этапе - конкретизация и углубление знаний в сторону разработки и совершенствования ПО, компьютерных и математических моделей, программных методов считывания ПИ либо в сторону эксплуатации (ЛЭ и ТЭ), считывания и анализа ПИ.



Рис. 1. Этапы подготовки специалистов по работе с ПИ

Таким образом, специалист по работе с ПД должен обладать различными компетенциями и узконаправленными знаниями, связанными со спецификой конкретной деятельности. Подготовка должна опираться на профильные дисциплины, связанные с основами авиации и учитывать разнообразие областей применения ПД. Данный момент реализовать в рамках только одной программы обучения не реально, т.к. работа с ПИ включает в себя огромный кластер разнообразных авиационных знаний, умений, навыков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Старков Е.Ю., Николайкин Н.И. О возможности снижения экологического воздействия при авиационном происшествии // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2016. № 2 (30). С. 13-19.
2. Руководство по организации сбора, обработки и использования полетной информации в авиапредприятиях гражданской авиации Российской Федерации: утв. Росавиацией 30.04.2020 // Федеральное агентство воздушного транспорта. 2020. 36 с.
3. Шаров В.Д. Безопасность полетов: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / В.Д. Шаров, О.В. Пахомов, Е.Ю. Старков, А.Д. Майоров, А.Д. Мироненко / М.: ИД Академии Жуковского, 2023. 36 с.
4. Описание образовательных программ очной/заочной формы обучения (календарный учебный график, учебный план, рабочие программы дисциплин, программы практик, программы государственной итоговой аттестации): [Электронный ресурс] – URL:

<https://www.mstuca.ru/graduates/higherEdu/DescEduProg/> (дата обращения 20.06.2024).

5. Федеральное автономное учреждение «Авиационный регистр Российской Федерации». Образование [Электронный ресурс] – URL: <https://aviaregistr.ru/index.php/obrazovanie> (дата обращения 20.06.2024).

© Майоров А.Д., Старков Е.Ю., 2024

1.6. ИНФОРМАЦИОННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 338

Чан Ф.Т., Чан Н.М.

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва,
Российская Федерация
e-mail: tranphuochinh14072001@gmail.com

ВНУТРЕННИЕ ПРОБЛЕМЫ И УГРОЗЫ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

Аннотация. Статья посвящена проблемам экономической безопасности России, таким как коррупция, демографический кризис и старение населения. Цель исследования — разработка рекомендаций для улучшения стратегий обеспечения экономической безопасности. Методы включают анализ и синтез теоретических источников и количественные исследования. Результаты показывают отрицательные тенденции в демографии и высокие уровни коррупции. Предлагаемые меры включают увеличение выплат, поддержку семей, борьбу с коррупцией, улучшение жилищных условий, повышение доступности медицинских услуг и поддержку занятости молодежи и так далее. Реализация данных мер позволит решить выявленные проблемы и обеспечить долгосрочную безопасность страны.

Ключевые слова: коррупция, демографический кризис, старение населения, экономическая безопасность, устойчивое развитие, внутренняя угроза, меры поддержки

Tran P.T., Tran N.M.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

INTERNAL PROBLEMS AND THREATS TO THE ECONOMIC SECURITY OF THE STATE

Abstract. The article is dedicated to the problems of economic security in Russia, such as corruption, demographic crisis, and population aging. The aim of the study is to develop recommendations for improving strategies to ensure economic security. Methods include analysis and synthesis of theoretical sources and quantitative research. The results show negative trends in demographics and high levels of corruption. The proposed measures include increasing payments, supporting families, combating corruption, improving housing conditions, enhancing the availability of medical services, and supporting youth employment, among others. Implementation of these measures will address the identified problems and ensure the long-term security of the country.

Keywords: corruption, demographic crisis, population aging, economic security,

sustainable development, internal threat, support measures

Экономическая безопасность государства является ключевым фактором для устойчивого развития и национальной стабильности. В современных условиях Россия сталкивается с многочисленными внешними вызовами, такими как геополитическая нестабильность, санкционное давление со стороны западных стран и необходимость адаптации к быстро меняющимся международным условиям. Однако, не менее важными являются внутренние проблемы и угрозы, которые могут подрвать экономическую стабильность страны.

Идентификация и анализ внутренних угроз экономической безопасности России имеют огромное значение для разработки эффективных мер по их нейтрализации. Важно понимать, что внутренние проблемы могут существенно ослабить способность государства противостоять внешним вызовам и проводить независимую экономическую политику. В условиях нарастающих внешних напряжений, необходимость укрепления внутренней экономической безопасности становится приоритетной задачей для государства, требующей комплексного подхода и стратегического планирования.

Цель данной статьи состоит в разработке и предложении рекомендаций для совершенствования и развития стратегий обеспечения экономической безопасности России в будущем. Эти рекомендации основываются на результатах идентификации основных внутренних проблем и угроз для страны, а также анализе и оценке их.

Теоретическую и методологическую основу данной статьи составляют научные работы, учебные пособия, а также материалы периодических изданий, посвященные вопросам национальной экономической безопасности. В исследовании используются методы анализа и синтеза теоретических источников с целью выявления и представления внутренних угроз. Применяются количественные методы исследования для анализа показателей, характеризующих состояние этих проблем.

На основе результатов исследования и анализа различных источников можно выделить внутренние угрозы, с которыми сталкивается Россия в настоящее время. К основным внутренним угрозам экономической безопасности, по мнению авторов, относятся коррупция, демографический кризис и старение населения. Эти проблемы существуют уже долгое время и до сих пор не были решены радикальными мерами.

Коррупция в России глубоко укоренена и охватывает многие сферы общества, включая политику, государственное управление, экономику и здравоохранение. Анализ индекса восприятия коррупции (ИВК) России

показывает, что максимальное значение индекса достигло 30 пунктов в 2021 году, а минимальное – 21 пункт в 2010 году. В 2022 году Россия заняла 129-е место из 180 стран мира по уровню восприятия коррупции с баллом 29, находясь на одном уровне с такими странами, как Мали и Габон. Согласно статистике, взятки и подкупы в России чаще всего составляют от 10 до 50 тыс. руб., и даже за меньшие суммы можно оказаться на скамье подсудимых [1].

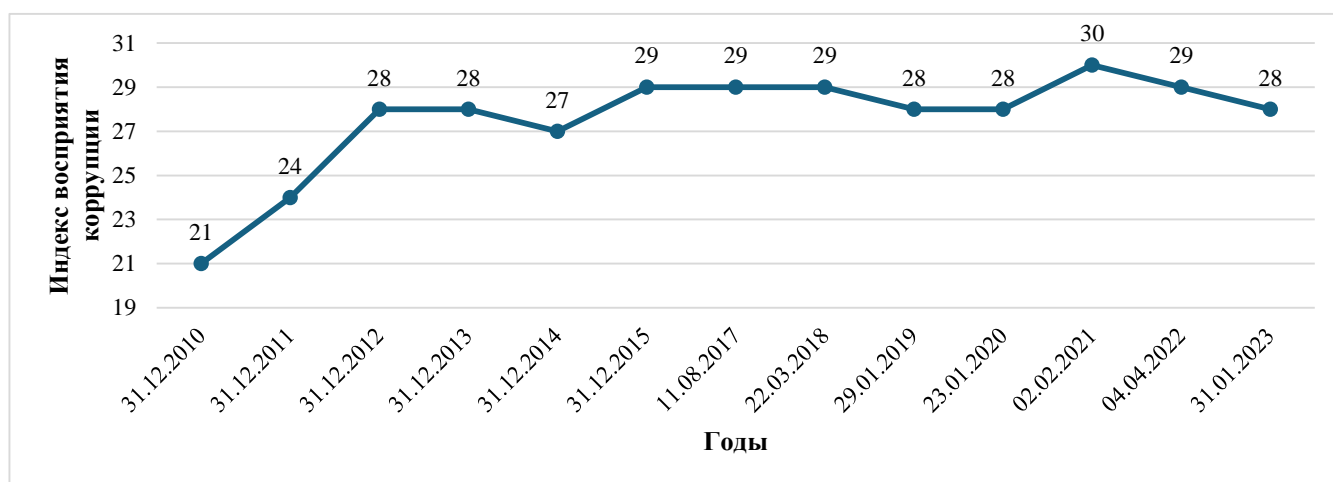


Рис. 1. Динамика индекса восприятия коррупции в России [2]

Оценка результатов показывает, что устойчиво низкий уровень ИВК в пределах от 21 до 30 индексных пунктов указывает на серьезную проблему коррупции, которая негативно влияет на экономическую безопасность страны. Коррупция подрывает доверие к государственным институтам, препятствует экономическому развитию и приводит к неравномерному распределению ресурсов. Это, в свою очередь, ослабляет способность государства эффективно реагировать на внутренние и внешние угрозы, снижает инвестиционную привлекательность страны и создает условия для увеличения социального неравенства.

Следующей из давних проблем для России является демографический кризис. На начало 2024 года в Российской Федерации проживали 146,2 млн чел. Согласно демографическому прогнозу Росстата, население страны продолжит сокращаться до 2045 года и составит к началу 2046-го 138,8 млн чел. в среднем сценарии. Негативный вариант прогнозирует 130,6 млн чел., а оптимистичный — 150,9 млн. В последнем случае умеренная убыль населения будет продолжаться до 2030 года, а затем возобновится рост [3].

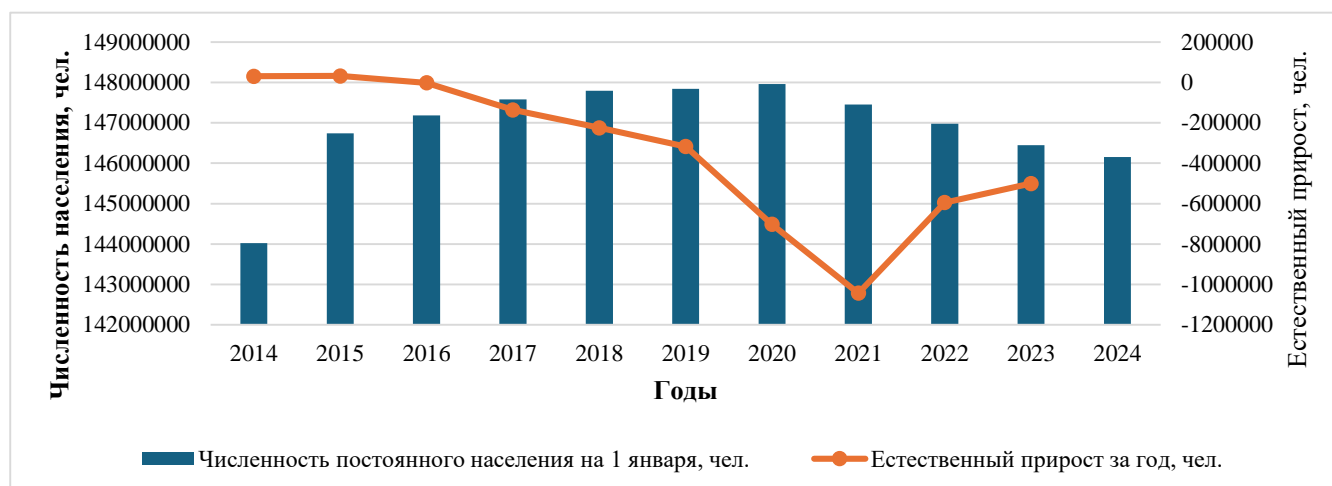


Рис. 2. Динамика численности населения и естественного прироста за 2014-2024 гг., чел. [4]

Численность постоянного населения в России в анализируемый период демонстрирует тенденцию к уменьшению. Например, если в 2015 году численность составляла 146,7 млн чел., то к 2024 году она снизилась до 146,2 млн чел. Естественный прирост населения также показал отрицательные значения, начиная с 2016 года, достигнув минимума в 2021 году с показателем -1,04 млн чел. В 2023 году естественная убыль составила 500,3 тыс. человек, что меньше по сравнению с 594,6 тыс. в 2022 году. Уменьшение естественной убыли связано с влиянием пандемии COVID-19, которая значительно увеличила смертность в 2022 году. Миграционный прирост в 2023 году составил 203,6 тыс. чел., что выше показателя предыдущего года – 61,9 тыс. чел. [5].

В начале 2024 года смертность демонстрировала разнонаправленную динамику. По итогам первого квартала число умерших увеличилось на 4,4%, до 479,9 тыс. человек. В январе и феврале смертность выросла на 7,9% и 12,5% соответственно, однако в марте сократилась на 6,1%. В результате естественная убыль населения за первый квартал 2024 года составила 179,6 тыс. человек, что на 20,8% выше показателя аналогичного периода прошлого года [6].

Снижение численности населения объясняется несколькими причинами. Во-первых, низкая рождаемость обусловлена изменением системы ценностей у молодежи, которая вступила в репродуктивный возраст после 2016 года. Кроме этого, молодежь боится неопределенности будущего, включающей военные конфликты и климатические изменения и так далее. Во-вторых, перерывы в индексации материнского капитала. Финансовое стимулирование семей, вообще стало работать с перебоями. россияне привыкли к постоянным выплатам. В-третьих, экономический кризис 2015 года усилил демографическую проблему,

влияя на снижение рождаемости и увеличение миграции [7].

Еще одной серьезной проблемой является старение населения. По среднему сценарию, численность трудоспособного населения снизится с 84,7 млн. чел. до 79,8 млн. к началу 2046 года. Процесс будет неравномерным: с 2026 года количество трудоспособных граждан будет расти, но с 2036 года снова начнет снижаться [3].

Демографический кризис и старение населения оказывают значительное влияние на экономику России, особенно на рынок труда. Более 80% работодателей в 2023 году столкнулись с недостатком квалифицированного персонала [3]. По данным Росстата, ежегодное пополнение трудовых ресурсов за счет молодежи с 2000 по 2020 год сократилось на 40%. В результате сокращается численность рабочей силы и увеличивается ее средний возраст, что приводит к снижению производительности труда. В таких условиях возрастает нагрузка на экономику из-за увеличения доли пенсионеров, что требует дополнительных мер по привлечению рабочих из-за рубежа [3].

Для повышения экономической стабильности и минимизации внутренних угроз Российской Федерации необходимо принять следующие меры:

Борьба с коррупцией. Усиление мер по борьбе с коррупцией, включая ужесточение наказаний за взяточничество и подкуп, повышение прозрачности в государственном управлении и экономике.

Увеличение суммы выплат. Введение единого детского пособия, увеличение материнского капитала и единовременных выплат по ипотеке для семей с детьми.

Повышение доступности жилья. Разработка программ поддержки молодых семей в приобретении жилья, включая субсидирование процентных ставок и предоставление льготных условий по ипотеке.

Создание дружественной среды для воспитания детей. Расширение сети бесплатных кружков, детских садов, групп продленного дня, формирование корпуса нянь, развитие медицинской помощи и создание гибких форм занятости для женщин.

Профилактика прерывания беременности. Введение образовательных программ и консультационных услуг для молодых семей с целью снижения числа абортов.

Увеличение количества мест в детских садах. Строительство новых детских учреждений и увеличение их финансирования для обеспечения доступности дошкольного образования для всех семей.

Поддержка демографического роста. Реализация программ поддержки семей, направленных на улучшение экономического положения и социальных

условий, включая налоговые льготы и дополнительные выплаты на детей.

Улучшение условий для трудовой миграции. Создание благоприятных условий для привлечения квалифицированных специалистов из-за рубежа, включая упрощение процедур получения разрешений на работу и проживания.

Поддержка пенсионеров. Разработка программ социальной поддержки пожилых граждан, включая улучшение медицинского обслуживания и увеличение пенсий.

Укрепление системы здравоохранения населению. Повышение качества и доступности медицинских услуг, особенно в сельских и удаленных районах.

Поддержка занятости молодежи. Разработка и реализация программ профессиональной подготовки и переподготовки молодежи, создание новых рабочих мест и обеспечение карьерных возможностей.

Улучшение условий для совмещения работы и семьи. Введение гибких графиков работы, создание условий для удаленной работы и развитие инфраструктуры для совмещения трудовой деятельности с семейными обязанностями.

Эти предложения направлены на создание устойчивой экономической системы, способной противостоять внутренним вызовам и обеспечивать долгосрочную экономическую безопасность России. Реализация данных мер позволит не только стабилизировать текущую экономическую ситуацию, но и создать предпосылки для будущего роста и развития, укрепив позиции страны на международном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коррупция в России и мире – в шести графиках. Коммерсантъ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/5708590>. Дата обращения: 23.06.2024.
2. Последние данные по индексу коррупции в России (инд. п.). Биржевой портал №1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://take-profit.org/statistics/corruption-index/russia/>. Дата обращения: 23.06.2024.
3. Дудина Е. Как остановить предсказанные старение и вымирание России. Росбалт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rosbalt.ru/news/2024-01-21/kak-ostanovit-predskazannye-starenie-i-vymiranie-rossii-4986407>. Дата обращения: 23.06.2024.
4. Официальный сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/>. Дата обращения: 23.06.2024.
5. Росстат уточнил оценку численности населения России. Экономика. РБК. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://www.rbc.ru/economics/22/03/2024/65fda5709a7947c581acaa61>. Дата обращения: 23.06.2024.

6. Росстат отчитался о снижении рождаемости в первом квартале. Экономика. РБК. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rbc.ru/economics/08/05/2024/663ba14f9a79473027445da4>. Дата обращения: 23.06.2024.

7. Землянская Е., Беляев С. «Выплаты из стимула превратились в рутину»: экономист назвал главные причины демографического кризиса в РФ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://eanews.ru/news/vyplaty-iz-stimula-prevratilis-v-rutinu-ekonomist-nazval-glavnyye-prichiny-demograficheskogo-krizisa-v-rf_05-06-2024. Дата обращения: 23.06.2024.

© Чан Ф.Т., Чан Н.М., 2024

УДК 338

Ермакова В.А., Титовец А.Ю.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: ermakova_03@list.ru

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КРЕДИТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: ИНФОРМАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

Аннотация. В данной статье рассмотрена роль информационной безопасности в обеспечении экономической безопасности кредитной организации. Банковский сектор является одним из ключевых секторов экономического развития страны, из-за чего подвержен кибер-атакам, поэтому необходимо обеспечивать высокий уровень информационной безопасности кредитных организаций. Обеспечение информационной безопасности в кредитной организации происходит с помощью служб безопасности и коммерческой тайны.

Ключевые слова: экономическая безопасность, кредитная организация, информационная безопасность, служба безопасности, коммерческая тайна

Ermakova V.A., Titovets A.Y.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State University of Economics», Ekaterinburg, Russian Federation

ECONOMIC SECURITY OF A CREDIT ORGANIZATION: INFORMATION COMPONENT

Abstract. This article considers the role of information security in ensuring economic security of a credit organization. The banking sector is one of the key sectors of the country's economic development, due to which it is exposed to cyber-attacks, so it is necessary to ensure a high level of information security of credit organizations. Ensuring information security in a credit organization is done with the help of security services and trade secrets.

Key words: economic security, credit organization, information security, security service, trade secret

Прежде чем рассматривать роль информационной безопасности в обеспечении экономической безопасности кредитной организации необходимо раскрыть важные понятия исследования.

Кредитная организация – юридическое лицо, которое для извлечения прибыли как основной цели своей деятельности на основании специального разрешения (лицензии) Центрального банка Российской Федерации (Банка России) имеет право осуществлять банковские операции [0].

Экономическая безопасность кредитной организации это непосредственная экономическая защищенность банковской организации и деятельности, в том числе ее акционеров, персонала и клиентов банка от внешних и внутренних угроз, негативного воздействия дестабилизирующих факторов [0]. Именно эффективная экономическая защита позволит кредитным организациям использовать свои ресурсы рационально, привлекать новые ресурсы и выгодно реализовывать возможности.

Все стороны и аспекты экономической безопасности банка необходимо защищаться от негативных воздействий, ликвидировать угрозы, нивелировать риски и устранять ущербы [3]. Следовательно, важно чтоб в банке эффективно функционировали основные службы банка и взаимодействовали между собой.

Экономическую безопасность любой организации можно представить, как систему взаимосвязанных ключевых функциональных составляющих: финансовая, кадровая и интеллектуальная, технико-технологическая, политико-правовая, силовая, экологическая и информационная.

Каждая функциональная составляющая экономической безопасности отвечает за свою зону безопасности, так информационная составляющая отвечает

за информационное пространство кредитной организации и за передачу информации внутри организации и за ее пределы. Информационную составляющую сложно оценивать и отслеживать, но данная составляющая оказывает влияние на стоимость облигаций и акций, рыночную и репетиционную ценность банка, восприятие и отношение потенциальных и текущих клиентов, акционеров и сотрудников. Следовательно, включает в себя «бухгалтерскую и финансовую информацию, информацию о деловой репутации кредитной организации» [5].

Экономическая безопасность кредитной организации напрямую зависит от информационной безопасности (т.е. от информационной функциональной составляющей), так как технологический прогресс постоянно растет. Чтобы обеспечить высокий уровень экономической безопасности необходимо обеспечить хороший уровень информационной безопасности, а также учитывать непрерывное развитие технологий.

Информационные потоки кредитной организации достаточно обширны, постоянны и включают в себя множество участников и элементов банковской системы. Поэтому этапы передачи, сбора, сохранения, группировки, обработки и анализа информационных потоков в совокупности – это сложный процесс. На любом этапе данного процесса могут возникнуть угрозы безопасности и незащищенности, риски и проблемы. Поэтому, важно формировать систему сохранности и защиты информации, информационной системы и технологий информационных потоков [2].

Обеспечение информационной безопасности в кредитной организации достигается путем использования двух элементов: служба безопасности и коммерческая тайна.

Служба безопасности представляет собой отдел, который проверяет всех клиентов, пользующихся услугами кредитной организации. Служба безопасности проверяет достоверность предоставленной информации, чтобы на начальной стадии предотвратить использование мошеннических схем клиентом, если есть такие подозрения.

Соблюдение коммерческой тайны при работе в кредитной организации необходимо, так как практически все сотрудники имеют доступ ко всей информации в базах данных, в том числе и конфиденциальной, чем могут подвергнуть организацию к не достижению стратегических ориентиров.

Основной целью информационной безопасности является недопущение несанкционированного распространения конфиденциальной информации как самой кредитной организации, так и сотрудников и клиентов этой организации.

Одним из ключевых секторов российской экономики является финансово-кредитный сектор, следовательно, он больше всего подвержен кибер-атакам, именно поэтому формирование информационной безопасности в кредитных организациях играет важную роль при обеспечении экономической безопасности в целом.

Таблица 1

Утечка данных кредитных организаций в период 2019-2023 гг. [6]

Год	Показатель	Важные аспекты
2019	120 тыс. клиентов	В апреле утечка данных клиентов банка. В следствие клиенты получили отказы в банковском обслуживании в соответствии с требованиями законодательства (противодействие отмыванию доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма).
	900 тыс. клиентов	В июне утечка данных: паспортные данные, регистрационные данные, домашние адреса, номера телефонов
	57,6%	По итогам года утечка информации финансовых организаций увеличилась на 57,6%.
2020	н/д	В феврале на продажу выставлена российская база данных клиентов микрофинансовых организаций.
	12 млн. чел	В апреле на продажу выставлена база клиентов микрофинансовых организациях РФ.
	16 тыс. клиентов	12 Гбайт персональных данных клиентов и сотрудников инвестиционной компании «Фридом Финанс» выставлены на продажу.
	13,7 млн. записей	За год число утечек данных увеличилось, в финансовом сегменте достигло 71%.
2021	20 объявлений	Произошло снижение количества объявлений о продаже базы персональных данных клиентов банков по сравнению с 2020 г. в 2 раза.
2022	70% утечек	Происходит по вине сотрудников.
	44,8 млн. записей	В 2022 г. выросла утечка персональных данных, более чем в 3 раза.
2023	170,3 млн. записей	За год произошло 64 зарегистрированных случая утечки персональных данных клиентов из финансовых организаций.

Исходя из данных таблицы 1, банки подвержены кибер-атакам, что говорит

о недостаточном уровне защищенности данных, т.е. о недостаточном уровне информационной безопасности. Утечка данных происходит как из-за кибермошенников, так и из-за сотрудников кредитных организаций, которые продают базы данных клиентов мошенникам в целях личной выгоды.

Говоря о роли персонала в информационной безопасности кредитной организации, необходимо отметить, что сотрудники могут проводить банковские операции без согласия клиента, что подрывает уровень доверия клиентов к кредитной организации.

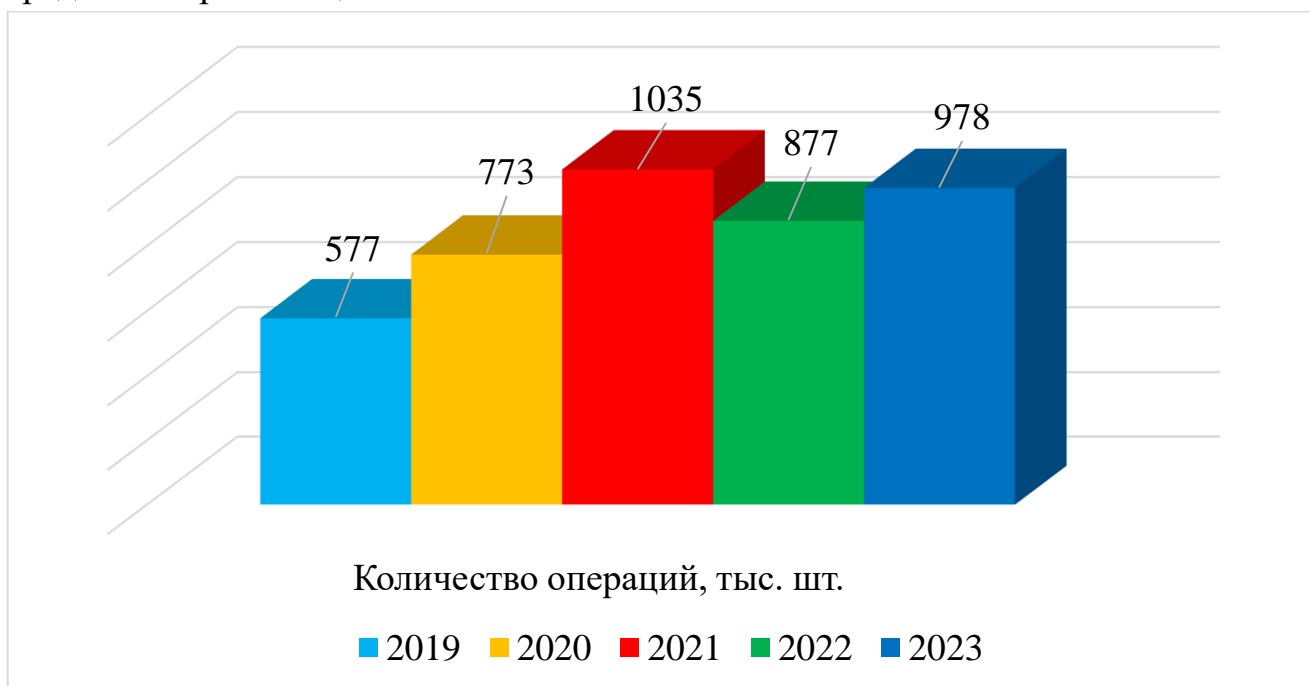


Рис. 1. Количество операций, проведенных без согласия клиентов

Следовательно, исходя из информации, представленной на рис. 1, количество операций, проведенных без согласия клиентов, ежегодно растет. Резкий рост операций, проведенных без согласия клиента, в 2021 году обусловлен активным развитием новых дистанционных способов платежей, а также увеличением объемов денежных переводов, как отмечает ЦБ РФ [7]. Снижение показателя в 2022 году говорит о том, что кредитные организации борются с таким видом мошенничества.

Однако необходимо обратить внимание на суммы операций, проведенных без согласия клиентов (рис. 2).

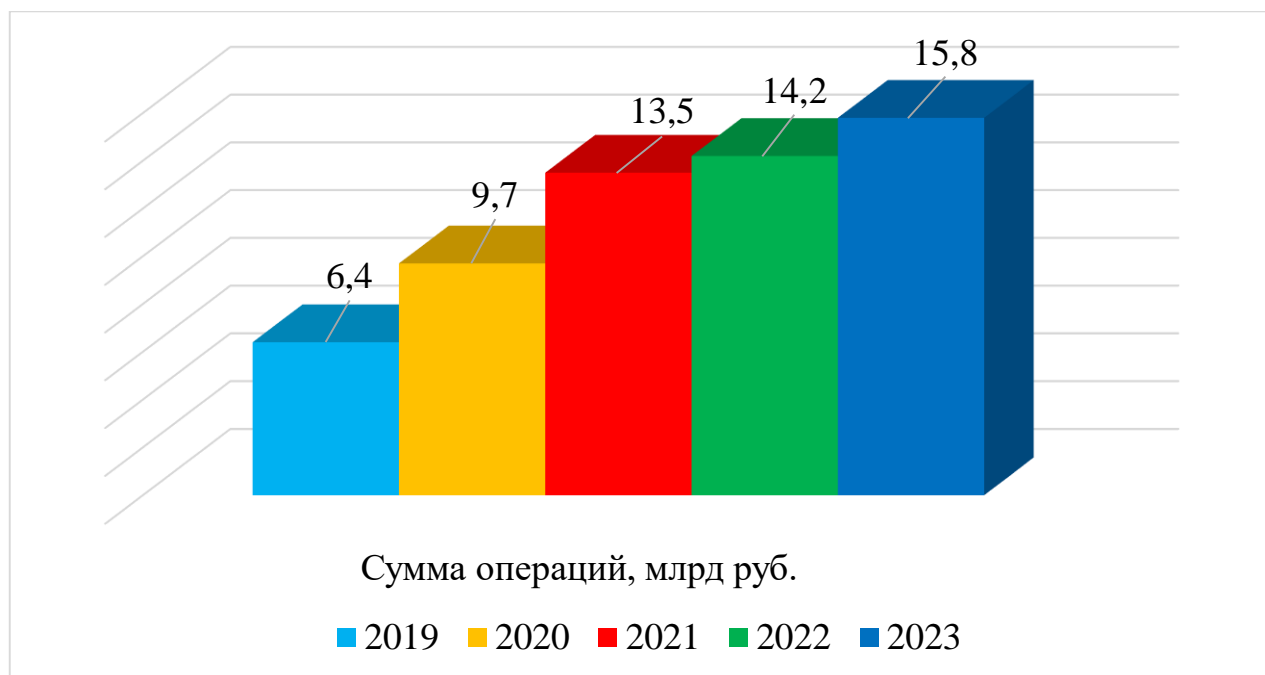


Рис. 2. Суммы операций, проведенных без согласия клиентов

Можно отметить по данным рис. 2, что ежегодно увеличиваются суммы операций, проведенных без согласия клиента, что говорит о том, что в независимости от проводимых предупредительных мер, суммы хищений увеличиваются. Кроме того, можно отметить, что суммы растут даже на фоне уменьшения количества проводимых операций без согласия. Это достаточно негативная ситуация, что отрицательно характеризует состояние информационной составляющей банков.

Таким образом, на фоне усиления влияния негативных дестабилизирующих факторов на банковском рынке, растет значение информационной составляющей в деятельности и кредитной организации.

Кредитным организациям необходимо следить за технологическим процессом, чтобы совершенствовать используемые в работе технологии для сохранения хорошего уровня информационной безопасности, а также разработка политики информационной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О банках и банковской деятельности: Федер. закон РФ от 02.12.1990 № 395-1 (ред. от 21.10.2023). М.: Центр. избират. комиссия РФ. 1990. 97 с.
2. Гнездова Ю.В. Исследование информационной составляющей как элемента экономической безопасности кредитной организации // Вестник Университета Российской академии образования. 2019. №5. С. 9-18.
3. Завершинский К.Д., Хаметова А.Р. Экономическая безопасность кредитных организаций // Технологические инновации в современном мире. 2019. С. 120-125.

4. Комов М.С. Обеспечение экономической безопасности кредитной организации // Устойчивость и безопасность в современном мире: экономико-социальные и управленческие тенденции. 2017. С. 100-105.
5. Черная Е.Г., Абрамов Е.В. Составляющие элементы обеспечения экономической безопасности коммерческого банка // Вестник ВИЭПП. 2022. №1. С. 90-94.
6. ЦБ РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cbr.ru/>. Дата обращения: 25.06.2024.
7. Tadviser [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Утечки_данных_из_банков_России. Дата обращения: 24.06.2024.

© Ермакова В.А., Титовец А.Ю., 2024

УДК 338

Зверева В.В., Титовец А.Ю.

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург,
Российская Федерация
e-mail: zverevalera55@gmail.com

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные теоретические аспекты исследования, произведен анализ информационной составляющей организации, определена роль информационной безопасности в обеспечении экономической безопасности организации.

Ключевые слова: Экономическая безопасность, телекоммуникации, критическая информационная инфраструктура

Zvereva V.V., Titovets A.Yu.

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation

ECONOMIC SECURITY OF A TELECOMMUNICATIONS ORGANIZATION: ASSESSMENT OF THE INFORMATION COMPONENT

Abstract. This article considers the main theoretical aspects of the study, analyzes the information component of the organization, defines the role of information security in ensuring the economic security of the organization.

Key words: economic security, telecommunications, critical information

infrastructure

Рассматривая исследования на тему экономической безопасности организации, становится ясно, что экономическая безопасность играет ключевую и неотъемлемую роль в функционировании любой организации, в том числе и в организации телекоммуникаций. Кроме того, в настоящий момент в телекоммуникационной отрасли настал переломный момент, как считают многие эксперты, поэтому обеспечение экономической безопасности телекоммуникационных организаций достаточно важный вопрос.

Изучая различные мнения на данную тему, а именно, что такое «экономическая безопасность организации», следует выделить следующее определение, которое на наш взгляд полностью раскрывает сущность экономической безопасности.

Экономическая безопасность организации – это состояние наиболее эффективного использования ресурсов для предотвращения угроз и обеспечения его стабильного функционирования [1].

Стоит отметить, что для того, чтобы была возможность обеспечить надлежащий уровень экономической безопасности организации, необходимо не только создать благоприятные условия для реализации основных функциональных составляющих экономической безопасности, но и обеспечить их безопасность от внутренних и внешних угроз.

Среди основных внешних угроз, которые могут оказать влияние на экономическую безопасность телекоммуникационной организации, следует выделить: дефицит телеком-оборудования, вызванный уходом зарубежных вендоров; рост ключевой ставки Центрального Банка; рост кибератак на организации в сфере телекоммуникаций ужесточение требований лицензирования в сфере телекоммуникаций; развитие сетей пятого поколения; производство отечественных базовых станций.

Влияние данных факторов может негативно повлиять на деятельность телекоммуникационных организаций, что может способствовать ослаблению уровня экономической безопасности организации.

Функциональные составляющие экономической безопасности – это совокупность основных направлений ее экономической безопасности, существенно отличающихся друг от друга по содержанию [2]. Как правило в научной литературе выделяют семь функциональных составляющих: технико-технологическая, экологическая, финансовая, силовая, интеллектуальная и кадровая, политико-правовая, информационная [3].

Поскольку информационная безопасность играет ключевую роль в обеспечении экономической безопасности телеком-организации, основное

внимание следует уделить информационной составляющей.

Также следует отметить, что важность информационной безопасности для телеком-компаний можно обосновать тремя причинами, а именно:

большинство бизнес-процессов организаций зависят от использования информационных технологий;

телеком-компаниями, как правило, работают с огромным объемом конфиденциальной информацией о персональных данных абонентов;

телеком-компаниями являются основными игроками КИИ.

Стоит отметить, что последняя причина является наиболее важной, так как от безопасности критической информационной инфраструктуры зависит экономическая безопасность не только самой организации, но и всей страны в целом.

Под критической информационной инфраструктурой следует понимать совокупность информационных систем или телекоммуникационных сетей, которые являются критически важными для работы ключевых сфер жизнедеятельности общества и государства.

Далее перейдем к анализу информационной составляющей экономической безопасности организации в сфере телекоммуникаций, но перед этим стоит уточнить, что под информационной составляющей организации следует понимать комплекс мер, направленных на защиту информации от несанкционированного доступа, в том числе от кражи, утечке, порчи или уничтожения [4].

Во время исследования этого вопроса было выявлено, что в открытых информационных источниках нет данных о кибератаках на телекоммуникационные организации за период 2018-2022, что может свидетельствовать о малом количестве таких инцидентов. Однако в 2023 году наблюдался всплеск кибератак на российские организации, и число таких инцидентов достиг более 50 тыс. Пик атак 2023 года пришелся на ноябрь и декабрь, в эти месяцы их общий объем достиг 14,6 тысяч. Наибольший удар пришелся на телеком-сектор: 90 % всех кибератак приходился именно на эту сферу [5]. Основным типом украденных у российских организаций данных за три квартала 2023 года стали персональные данные (43%), учетные данные (16%), коммерческая тайна (13%) [6].

В 2024 года, как отмечают ряд экспертов, число кибератак продолжает расти. Так в 1 квартале 2024 года количество DDoS-атак выросло на 72 % по сравнению с прошлым годом, наибольшее количество атак было направлено на телекоммуникационную отрасль (рис. 1). Также следует отметить, что число таких атак на телеком в 1 квартале 2024 года выросло на 142 %, по сравнению с 1

кварталом 2023 года [7].

Согласно результатам исследований, проведенных экспертами центра исследования киберугроз Solar 4RAYS, кибератаки, направленные на



телекоммуникационную отрасль, содержат признаки шпионажа [8].

Рис. 1. Количество DDoS-атак на ключевые индустрии в 1 кв. 2024 г., %

Также эксперты отмечают, что действия злоумышленников в отношении телеком-сектора можно обосновать тем, что деструктивные действия могут произвести широкий общественный резонанс, поскольку будут недоступны связь, телевидение и Интернет.

Далее рассмотрим число найденных уязвимостей с разным уровнем критичности (рис. 2).

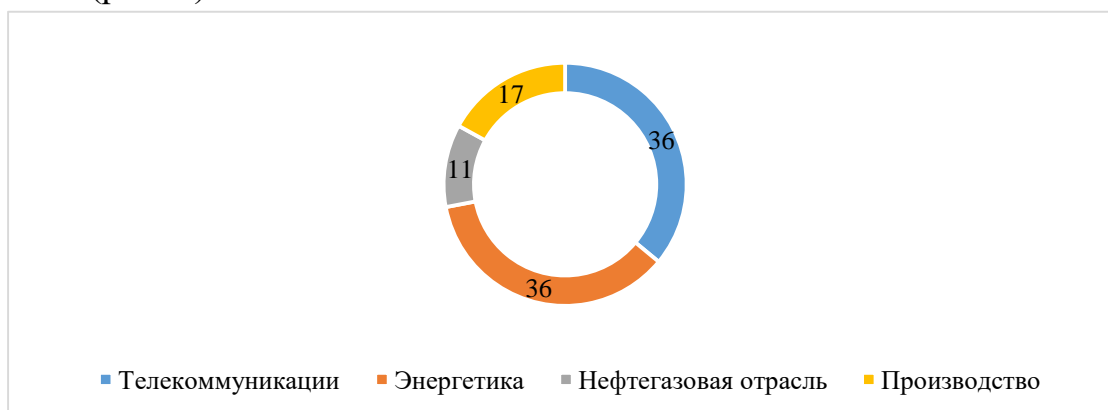


Рис. 2. Уязвимости с разным уровнем критичности, %

Как видно из рис. 2, большая часть уязвимостей с разным уровнем критичности приходится на телеком-сектор и энергетику. Если рассматривать уязвимости с высокой долей критичности, то на телеком будет приходиться более

25 %.

Как отмечают эксперты, большинство уязвимостей в телекоммуникационной отрасли связаны со слабой парольной политикой и недостатками в контроле доступа, следовательно, именно эти два фактора можно считать основными причинами киберрисков телеком-компаний.

В заключение следует сказать, что такое количество кибератак создает серьезную угрозу информационной безопасности телеком-организаций, так как наличие такие инцидентов может привести к нарушению целостности, конфиденциальности информации, утечке данных абонентов, что может привести не только к нарушению основных бизнес-процессов, но и потере доли рынка, претензиям абонентов и порчи репутации.

Выявленные причины основных киберрисков телеком-организаций говорят о необходимости повышения навыков ИБ у сотрудников и внедрению более строгой парольной политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дворядкина Е.Б. Экономическая безопасность: учеб. пособие / Е.Б. Дворядкина, Я.П. Силин, Н.В. Новикова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2016. 194 с.
2. Климова Е.З., Павлова И.А. Сущность и функциональные составляющие экономической безопасности организации // Инновационные аспекты развития науки и техники. 2021. № 9. С. 112-117.
3. Сульдин К.Н., Мадаева О.С., Хит Е.В. Информационное обеспечение экономической безопасности организации // Инновационная наука. 2023. № 5-2. С. 83-85.
4. Экономическая безопасность: учебник для вузов / Л.П. Гончаренко [и др.]; под общей редакцией Л.П. Гончаренко. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2023. 370 с.
5. В 1 квартале 2024 года хакеры усилили DDoS-атаки на телеком, ритейл и энергетический сектор [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arppsoft.ru/catalog/news/members/16132/>.
6. Коммерсантъ: Последние новости России и мира [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/rubric/138>.
7. Тренды кибератак на промышленность и телеком [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rt-solar.ru/analytics/reports/4361/>.
8. TelecomDaily | самые оперативные новости IT и телекоммуникаций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://telecomdaily.ru/>.

© Зверева В.В., Титовец А.Ю., 2024

УДК 338

Аркадьева О.Г., Васюкова А.М.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары,
Российская Федерация
e-mail: knedlix@yandex.ru

УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ФИНАНСОВЫХ ДАННЫХ

Аннотация. Персональные финансовые данные важны для физических лиц, поскольку они обеспечивают их право на свободу предпринимательской деятельности, владение имуществом и возможность заключать контракты. Они также предоставляют доступ к финансовым услугам, таким как кредиты, ипотека и инвестиции. Личная информация помогает людям планировать свои расходы и сбережения и защищает их от мошенничества и других незаконных действий. В статье рассматриваются подходы к классификации угроз безопасности персональных финансовых данных.

Ключевые слова: риски, классификация угроз, уровень защищенности, кибербезопасность, законодательство

Arkadeva O.G., Vasyukova A.M.

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russian Federation
e-mail: knedlix@yandex.ru

THREATS TO THE SECURITY OF PERSONAL FINANCIAL DATA

Abstract. Personal financial data is important for individuals because it ensures their right to freedom of enterprise, ownership of property and the ability to enter into contracts. They also provide access to financial services such as loans, mortgages and investments. Personal information helps people plan their spending and savings and protects them from fraud and other illegal activities. The article discusses approaches to classifying threats to the security of personal financial data.

Keywords: risks, threat classification, security level, cybersecurity, legislation

Персональные финансовые данные (ПФД) – это подвид личной информации, который содержит конкретные сведения о финансовом положении человека, такие как доходы, расходы, активы и долги. Эта информация считается конфиденциальной и не должна разглашаться без разрешения человека или в ситуациях, разрешенных законом. Несанкционированный доступ или разглашение ПФД может привести к серьезным последствиям, включая финансовые потери, кражу средств и нарушение прав и свобод человека. Это может повлиять на способность человека вести бизнес, владеть имуществом и заключать контракты. Поэтому важно защитить личную финансовую

информацию от несанкционированного доступа, чтобы сохранить конфиденциальность и безопасность.

Классификация составляющих информационной системы безопасности персональных данных в коммерческом банке проводится на этапе ее создания или в ходе эксплуатации, но обязательно до построения системы защиты персональных данных (ИСПДн). В общем случае все информационные системы, обрабатывающие персональные данные, подразделяются на 2 класса в зависимости от характеристик безопасности обрабатываемых данных:

типовые информационные системы – системы, где «требуется обеспечить только конфиденциальность обрабатываемых персональных данных»;

специальные информационные системы – системы, где «требуется обеспечить хотя бы одну из характеристик безопасности, отличную от конфиденциальности (например, целостность или доступность)» [1].

В соответствии с Постановлением Правительства № 1119 от 1 ноября 2012 г. «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» для ИСПД установлено 4 уровня защищенности. По типам информационные системы делятся на:

- обрабатывающие специальные категории персональных данных;
- обрабатывающие биометрические персональные данные;
- обрабатывающие общедоступные персональные данные;
- обрабатывающие иные категории персональных данных;
- обрабатывающие персональные данные сотрудников оператора [2].

Под актуальными угрозами безопасности персональных данных понимается совокупность условий и факторов, создающих актуальную опасность несанкционированного, в том числе случайного, доступа к персональным данным при их обработке в информационной системе, результатом которого могут стать уничтожение, изменение, блокирование, копирование, предоставление, распространение персональных данных, а также иные неправомерные действия [3].

Существует 3 типа актуальных угроз:

угрозы 1 типа актуальны для информационной системы, если для нее актуальны угрозы, связанные с наличием недокументированных возможностей в системном программном обеспечении, используемом в информационной системе;

угрозы 2 типа актуальны для информационной системы, если для нее актуальны угрозы, связанные с наличием недокументированных возможностей в прикладном программном обеспечении, используемом в информационной системе;

угрозы 3 типа актуальны для информационной системы, если для нее актуальны угрозы, не связанные с наличием недокументированных возможностей в системном и прикладном программном обеспечении, используемом в информационной системе;

Определение типа угроз безопасности персональных данных, актуальных для информационной системы, производится ее оператором с учетом оценки возможного вреда (таблица 1).

Таблица 1

Определение уровня защищенности ИСПДн [4]

Типы ИСПДн	Категории субъектов	Количество субъектов	Тип актуальных угроз		
			1 тип (НДВ в СПО)	2 тип (НДВ в СПО)	3 тип (НДВ в СПО)
ИСПДн-С (специальные)	Не сотрудников	Более 100 000	1 уровень защищенности	1 уровень защищенности	2 уровень защищенности
		Менее 100 000	1 уровень защищенности	2 уровень защищенности	3 уровень защищенности
	Сотрудников	Любое	1 уровень защищенности	2 уровень защищенности	3 уровень защищенности
ИСПДн-Б (биометрические)	Любых	Любое	1 уровень защищенности	2 уровень защищенности	3 уровень защищенности
ИСПДн-И (иные)	Не сотрудников	Более 100 000	1 уровень защищенности	2 уровень защищенности	2 уровень защищенности
		Менее 100 000	1 уровень защищенности	3 уровень защищенности	3 уровень защищенности
	Сотрудников	Любое	1 уровень защищенности	3 уровень защищенности	4 уровень защищенности
ИСПДн-О (общие)	Не сотрудников	Более 100 000	2 уровень защищенности	2 уровень защищенности	4 уровень защищенности
		Менее 100 000	2 уровень защищенности	3 уровень защищенности	4 уровень защищенности
	Сотрудников	Любое	2 уровень защищенности	3 уровень защищенности	4 уровень защищенности

В контексте ПФД информационная безопасность играет особую роль, так как ПФД являются конфиденциальной информацией, утечка которой может привести к серьезным финансовым потерям и репутационному ущербу. «Основными угрозами кибербезопасности являются сбор персональных данных без процедуры шифрования, небезопасные пользовательские интерфейсы и соединения. По мере того как Интернет становится более коммерциализированным, большее внимание должно уделяться защите персональных данных, финансовых операций и противостоянию киберугрозам» в ракурсе парадигмы экономической безопасности [5].

Для обеспечения информационной безопасности ПФД необходимо:
идентифицировать все потенциальные угрозы;
классифицировать эти угрозы;
разработать меры по защите от этих угроз [6].

Классификация угроз безопасности ПФД – это систематизация рисков, связанных с несанкционированным доступом к информации о доходах, расходах, активах, обязательствах и кредитной истории граждан (рис. 1). При систематизации и структурировании информации о потенциальных опасностях, с которыми могут столкнуться организации и физические лица, категоризация угроз безопасности личных финансовых данных является важным инструментом.

Угрозы, связанные с несанкционированным доступом:

- Кража персональных данных (номера банковских счетов и пароли) с помощью различных методов, таких как фишинг, взлом или использование вредоносных ПО.
- Несанкционированное получение информации (выписки по банковским счетам, кредитные отчеты и инвестиционные портфели) незаконными способами.

Угрозы, связанные с мошенничеством:

- Мошенничество с кредитными картами (для совершения несанкционированных покупок или снятия средств).
- Фишинговые атаки (рассылка электронных писем или текстовых сообщений, имитирующих сообщения от законных организаций, чтобы побудить людей предоставить им свои личные финансовые данные).

Угрозы, связанные с внутренними нарушениями:

- Ошибки сотрудников, которые могут привести к непреднамеренному раскрытию конфиденциальной финансовой информации.
- Недобросовестные сотрудники, использующие конфиденциальную финансовую информацию в своих интересах.

Угрозы, связанные с техническими сбоями:

- Ошибки программного обеспечения.
- Сбой в работе оборудования.
- Стихийные бедствия.

Угрозы, связанные с социальной инженерией:

- Злоумышленники могут использовать обман или запугивание, чтобы побудить людей предоставить им свои личные финансовые данные.

Рис. 1. Классификация угроз безопасности личных финансовых данных

Помимо рассмотренной выше классификации, существуют и другие варианты категоризации угроз безопасности личных финансовых данных (рис. 2). «Сегодня в Российской Федерации широко обсуждается проблема некачественного состояния информационной безопасности. Отмечается невысокий уровень внедрения отечественных разработок и недостаточный профессионализм в сфере информационной безопасности, низкая осведомленность и инертность российских граждан в вопросах обеспечения личной информационной безопасности. Все еще не имеют комплексной основы мероприятия по обеспечению безопасности информационной инфраструктуры в Российской Федерации, включая использование российских информационных технологий и ПО. Отсутствует полноценная система административно-правового и нормативно-технического регулирования в области ИИ. Имеется несовместимость ряда положений российского законодательства о защите данных с технологиями ИИ» [7]. Подобное положение несет дополнительные угрозы наряду с глобальными трендами и возникающими вследствие их влияния угрозами.

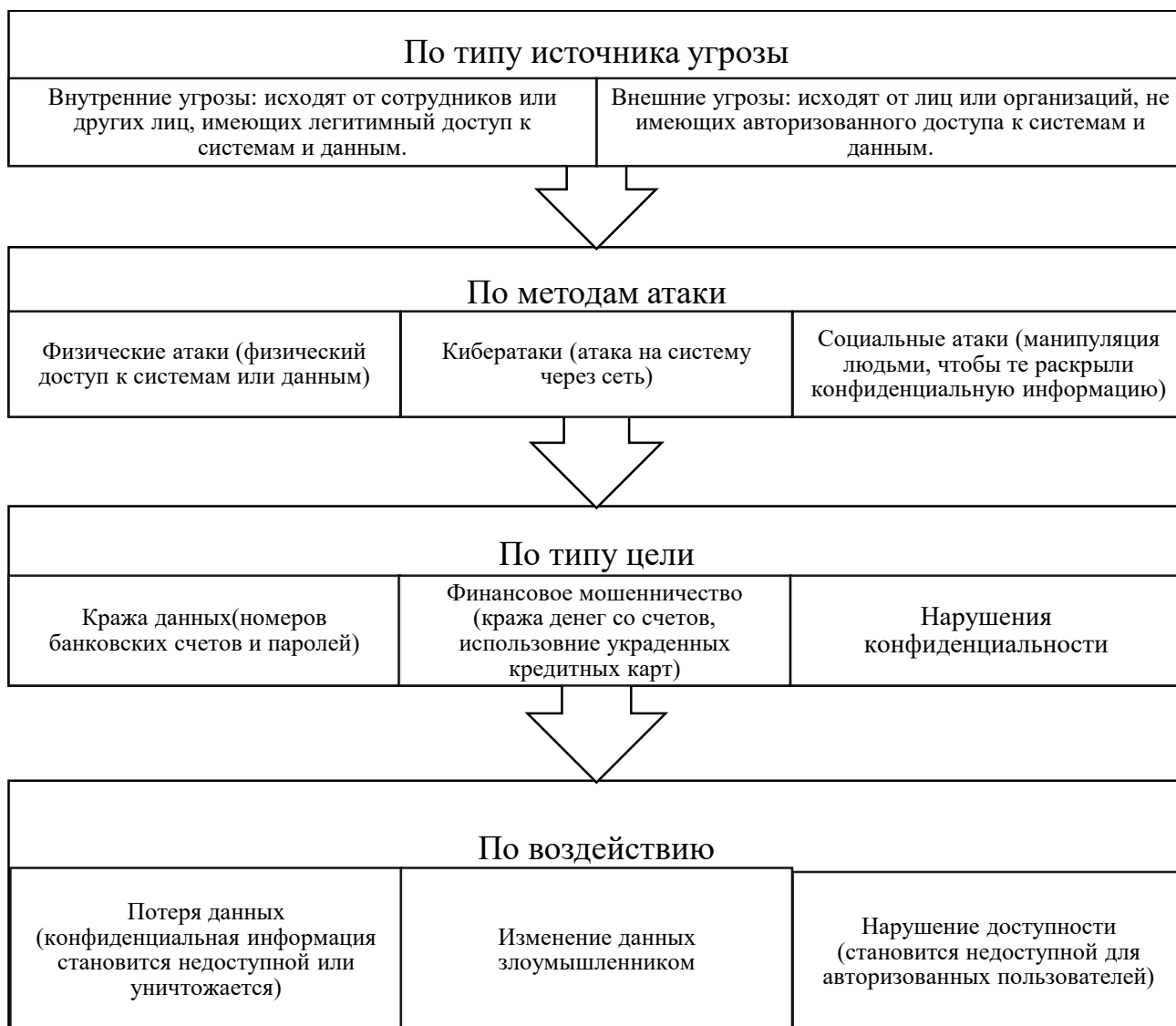


Рис. 2. Категории угроз безопасности личных финансовых данных

«Дискутируется проблема защиты данных в цифровых технологиях и усиления режима конфиденциальности информации. В Российской Федерации любые действия (операции) для исследовательских целей с персональными данными должны осуществляться только с условием обязательного их обезличивания (ст. 6 Закона «О персональных данных» [8]).

Таким образом, необходимо учитывать отрасль, размер организации, используемые технологии, существующие меры безопасности и множество других факторов при оценке рисков безопасности ПФД. Для использования и защиты ПФД необходимо соблюдать комплекс этических и правовых норм. Современные законы и международные стандарты направлены на обеспечение конфиденциальности и безопасности личной финансовой информации, создавая надежную основу для ее использования в экономических и финансовых

процессах. Эффективное управление ПФД и их защита способствуют не только благополучию человека, но и укреплению финансовой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данельян А.А. Влияние технологий «искусственного интеллекта» на развитие законодательства Российской Федерации // Электронное сетевое издание «Международный правовой курьер». 2023. № 3. С. 10-13.
2. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_137356/.
3. Леднева О.В. Развитие цифровой экономической трансформации в аспекте кибербезопасности и конфиденциальности пользователей России // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12, № 1. С. 81-94.
4. Методика определения актуальных угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных Федеральной службы по техническому и экспортному контролю [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fstec.ru/en/dokumenty/vse-dokumenty/spetsialnye-normativnye-dokumenty/metodika-ot-14-fevralya-2008-g>.
5. Аркадьева О.Г. Влияние парадигмы безопасности на функции управления финансами // Проблемы обеспечения безопасности: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Уфа: Уфимский гос. авиац. техн. ун-т, 2021. Том 1. С. 239-242.
6. Аркадьева О.Г., Березина Н.В. Формирование модели государственного регулирования развития технологий искусственного интеллекта в финансовом секторе // Oeconomia et Jus. 2023. № 4. С. 12-21.
7. Указ Президента РФ от 05.12.2016 № 646 «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации.
8. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных».

© Аркадьева О.Г., Васюкова А.М., 2024

СЕКЦИЯ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

2.1. МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502.5

Шукатова Ж.К., Балакирева С.В.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,
Российская Федерация
e-mail: kafedra-ecologia-UGNTU@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ НЕФТЯНЫХ ТОПЛИВ НА ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО УЩЕРБА

Аннотация. Проведена биоиндикация пресной воды, загрязненной бензином и дизельным топливом. Определена реакция простейшего тест-организма – инфузории-туфельки на опасный фактор. Выполнен расчет потенциального ущерба для водного объекта.

Ключевые слова: биотестирование, вода, инфузория-туфелька, бензин, дизельное топливо, ущерб

Shukatova Zh.K., Balakireva S.V.

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russian Federation

THE STUDY OF THE EFFECT OF PETROLEUM FUELS ON AQUATIC BIOLOGICAL OBJECTS. IDENTIFICATION OF POTENTIAL DAMAGE

Abstract. Bioindication of fresh water contaminated with gasoline and diesel fuel was carried out. The reaction of the simplest test organism, the infusoria of the slipper, to a dangerous factor has been determined. The calculation of potential damage to the water body has been performed.

Keywords: biotesting, water, infusoria-slipper, gasoline, diesel fuel, damage

Биоиндикация по выявлению степени токсичности загрязнителя в пресной водной среде с использованием тест-объектов - простейших одноклеточных организмов (инфузория-туфелька (ИТ)) - широко укоренилась в экологии. Экспресс-диагностика биоанализа позволяет оценить реакцию тест-организма на опасный фактор. Метод универсален, характеризуется высокой точностью, надежен, экономически привлекателен.

Тест – объект откликается на загрязняющие водную среду вещества, несущие вред жизни. ИТ ориентированно двигаются по градиенту скопления (концентрации) молекул топлива, избегая их ядовитого действия, проявляя хемотаксическую реакцию [1].

В качестве объектов исследования использовали нефтяное автомобильное топливо (бензин, дизельное). В состав топлив входят смеси углеводородов, а также присадки, положительно влияющих на производственные характеристики. Возможно присутствие гетеросоединений (в бензине в микродозах), содержащих серу, азот и кислород. Каждое соединение нефтяного топлива характеризуется показателями, которые отличаются по свойствам, устойчивости к факторам воздействия и длительности существования, опасности и характеру поведения в природной экосистеме. Среди них ароматика и сернистые соединения более токсичны.

Бензин – нефтяная фракция, с температурой выкипания до 180 °С, содержит C_5 - C_{10-12} , углеводороды представленные: предельными, непредельными, нафтеновыми, ароматикой.

Дизтопливо (ДТ) – нефтяная фракция с интервалом выкипания 170-380 °С, состоит из C_{12} - C_{20} . Основу формируют алканы, нафтены и ароматика. Классы соединений углеводородов ДТ соответствуют бензину, но характеризуются значительно большей массой молекул. Из ароматики в бензине присутствуют только моноядерные – производные C_6H_6 , в ДТ основу определяют производные нафталина ($C_{10}H_8$), биядерные соединения.

Нормативы предельно допустимой концентрации (ПДК) нефтепродуктов в воде утверждены двумя правовыми документами. СанПиН 1.2.3685-21 - для любой воды (не относящейся к технической) концентрация нефтепродуктов (НП) не превышает 0,1 мг/дм³; приказ № 552 Минсельхоза России (от 13.12.2016) – для воды объектов рыбохозяйственного назначения содержание НП не превышает 0,05 мг/дм³.

НП плохо растворяются в воде, высокую растворимость показывает однокольчатая ароматика, которая представляет наибольшую опасность для гидробионтов. Бензин (в зависимости от вида нефти) имеет растворимость в воде – 9-50 мг/дм³, ДТ – 8-22 мг/дм³, пентан (C_5H_{12}) – 38 мг/дм³, бензол (C_6H_6) – 1780 мг/дм³, толуол (C_7H_9) – 515 мг/дм³. Концентрация насыщения воды водоема по НП составляет 26 г/м³, для водотока - 122 г/м³. НП, попадая в водные объекты, мигрируют в форме пленки, эмульсии, растворенном виде и нефтяных агрегатов. При малом загрязнении НП на водной глади образуется тончайшая (мономолекулярная) пленка – 1 кг НП может распределиться по площади 1 га [2, 4].

Нефтяная пленка препятствует газовому и влагообмену между средами (вода – атмосфера), негативно сказывается на поступлении кислорода в воду; вода обедняется кислородом; нарушаются процессы теплообмена и энергообмена; прекращается доступ ультрафиолетовых лучей в верхнюю водную толщу – 1-

1,5 м, снижается интенсивность освещения, замедляются (останавливаются) процессы фотосинтеза и аэрации воды, фитопланктон (начало пищевых цепей) гибнет. Растворенные НП меняют химическую способность воды. Процессы по самовосстановлению и самоочищению водной среды от НП медленные [1-3].

Гидробионты по-разному реагируют на загрязнение НП. Особенно чувствительны микроорганизмы. Икра, личинки и молодь рыб проявляют высокую уязвимость в начале своего развития. При длительном воздействии НП могут накапливаться до опасного уровня, оседая у рыб в жировой ткани, внутренних органах и мышцах, нарушая процессы жизнедеятельности, передаются по питательным цепям. Ткани промысловых рыб приобретают неприятные нефтяные запахи и привкусы при загрязнении воды НП более 0,1 мг/л. Гибель рыбы регистрируют при содержании в воде нефти 0,5 мг/л, бентоса (донные организмы) и планктона (обитатели толщи вод) – 1,2 мг/л. Острое отравление нефтью связано у рыб с расстройством функций нервной системы и нарушением дыхания. На резкое сокращение численности гидробионтов сказывается уменьшение кормовой базы, начинающейся с фитопланктона [1, 2].

Инфузория-туфелька обитает в пресных стоячих водоемах, мала по размеру (до 0,5 мм), в отличие от других простейших имеет сложное строение – в клетке функционирует два ядра. В экосистеме выполняет разнообразные функции, длительность ее срок жизни небольшое - составляет от нескольких суток до месяца. ИТ гетеротроф, питается органикой. Дышит телом. Хорошо адаптируется к сильным нарушениям состояния среды обитания по тепловому и химическому загрязнению, отсутствию питания. Быстро происходит перестройка функций. Размножения меняется на половое. При недостатке кислорода в экосистеме дыхание становится анаэробным. Более серьезные изменения в экосистеме заставляют ИТ отправиться в путь к лучшим местам жизнесуществования или погрузиться в «спячку» [5].

Суммарное реагирования инфузорий (*Paramecium caudatum*) на вредный фактор определяли на приборе «Биотестер-2» по методике 2015 г. Госкомитета РФ по охране окружающей среды.

В опытах по биоиндикации готовили модельные растворы с бензином (проба 1) и ДТ (проба 2) в разных дозах воздействия: 0,5ПДК, 1ПДК, 2ПДК. Изучали культуру и контроль - выход культуры в среду Лозина-Лозинского. Подготовленные для опыта кюветы помещали в прибор «Биотестер-2». Опыты повторяли по три раза, их значения усредняли (I ср.), вычисляли индекс токсичности (Т), степень токсичности (Тср) (таблицы 1).

Таблица 1

Результаты биотестирования топлива (тест-объект – инфузории)

Нефтяное топливо	Проба 1. Бензин			Проба 2. Дизтопливо			Среда Л-Л
	ПДК	0,5	1	2	0,5	1	
среднее значение (для культуры -285,0)	103,6	60,1	13,0	102,6	58,7	11,4	171,1
индекс токсичности	0,394	0,649	0,924	0,400	0,657	0,933	-
степень токсичности	I	II	III	II	II	III	-
Примечание: степень токсичности подразделяется на I – допустимую ($0,0 < T < 0,40$), II – умеренную ($0,41 < T < 0,70$) и III – высокую ($0,71 < T < 1,0$).							

Оценку токсичности пробы выполняли по относительной разнице количества клеток, которые регистрировали в зоне измерения контрольных и анализируемых проб:

$$T = \frac{I_{\text{ср.к}} - I_{\text{ср.а}}}{I_{\text{ср.к}}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{ср.к}}$, $I_{\text{ср.а}}$ – средние результаты, полученные для контрольных и анализируемых проб, соответственно.

Результаты биотестирования показывают, что ДТ оказывает большее негативное воздействие на тест-объект – инфузории, чем бензин. ДТ при концентрации 0,5ПДК (ниже установленного законодательством норматива) превышает допустимую степень, относится ко II степени токсичности.

Объяснение полученных результатов.

При загрязнении нефтяным топливом водной среды в ее верхнем слое собираются токсиканты (плотность бензин и ДТ ниже воды), на водной поверхности образуется пленка из углеводородов (топлива отличаются по химсоставу и токсичности). На пресноводных простейших одноклеточных обитателей загрязнение топливом действует многофакторно:

происходит резкое снижение (нарушение) поступления биогенных (важных для жизни, питания) элементов в организм ИТ. Биогены являются основой в сохранении и регулировании жизненных функций, вводятся в тело с питанием. Начинаются водные трофические цепи (первый уровень) фотоавтотрофами, фитопланктоном. Топливная пленка не прозрачна для ультрафиолета, солнечные лучи не поступают в верхние водные слои, гибнет фитопланктон. ИТ (гетеротроф) в цепи питания занимает второй уровень;

2) нарушение газового режима по кислороду отражается на процессе дыхания ИТ. Количество растворенного в воде кислорода резко уменьшается из-за сбоя в газовом обмене в граничащих системах «вода-атмосфера». Часть кислорода расходуется на самовосстановление водной среды - устранение углеводородного загрязнения;

3) загрязнение топливом вводит в воду комплекс разных вредных веществ, которые у ДТ более токсичны для жизнедеятельности одноклеточных авто- и гетеротрофов.

Выполним расчет потенциального ущерба от загрязнения пресного водоема нефтяным топливом [4].

Поступление даже малого количества топлива в воду (ниже установленного ПДК) создает пленочное загрязнение разного характера:

- в виде отдельных радужно переливающихся при освещенности полос и отсутствии видимых пленки и пятен (удельная масса нефтепродукта (УМн) $0,1 \text{ г/м}^2$);

- поверхность воды закрыта сплошным слоем НП, хорошо наблюдаемым при волнении воды, имеет темную цветность, темнокоричневая (УМн $2,4 \text{ г/м}^2$).

В методике расчета следует учесть ряд факторов. Массу пленки. Условия природного климата, коэффициент ($K_{вг}$) более высок для весенних месяцев. Условия экологического состояния водного объекта, коэффициент ($K_{в}$) имеет максимальное значение для озер, минимальное – северных морей, увеличивается для лечебных водных объектов, ледников, родников, болот, каналов. Продолжительность воздействия, коэффициент ($K_{дл}$) максимален при времени неприятия мер по устранению загрязнения в три недели (500 часов).

Условия для расчета. В сентябре 2023 г. произошло попадание небольшого количества бензина в малый приток реки Дема (впадает в Белую). Водная гладь покрылась отдельными пятнами НП общей площадью (S) 400 м^2 . В спокойном состоянии акватории пленка была серой с налетом серебристого цвета, проявляла начальные признаки цветности. Устранением загрязнения никто не занимался.

Ущерб определяется по формуле:

$$\text{УЩзагр} = K_{вг} \cdot K_{в} \cdot K_{ин} \cdot K_{дл} \cdot \sum_{i=1}^n H_i, \quad (2)$$

где $K_{ин}$ – дефлятор, на 2023 г. $K_{ин} = 3,051$; $K_{вг} = 1,15$; $K_{в} = 1,41$; $K_{дл} = 5$;

H_i – такса по размеру вреда, зависит от массы загрязнения, млн. руб.

Определим массу НП - массу пленки:

$$M = \text{УМн} \cdot S = 0,2 \cdot 400 \cdot 10^{-6} = 0,000080 \text{ т.} = 80 \text{ грамм.}$$

При массе загрязнителя менее 10 т такса определяется по формуле:

$$H = 3,5 \cdot M = 3,5 \cdot 0,000080 = 0,00028 \text{ млн. руб.}$$

Расчет по НП (бензину или ДТ):

$$\begin{aligned} \text{УЩзагр} &= K_{\text{вг}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{ин}} \cdot K_{\text{дл}} \cdot H_i = 1,15 \cdot 1,41 \cdot 3,051 \cdot 5 \cdot 0,00028 \\ &= 0,0069260751 \text{ млн. руб.} = 6926,07 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Методика расчета ущерба не учитывает химического состава загрязнителя, результаты будут идентичны для всех нефтепродуктов (при одинаковой массе токсикации), хотя опыты по биоиндикации показывают, что для гидробионтов ДТ опаснее бензина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коршунова Т.Ю., Логинов О.Н. Нефтяное загрязнение водной среды: особенности, влияние на различные объекты гидросферы, основные методы очистки // Экобиотех. 2019. Том 2. № 2. С. 157-174.
2. Управление водными экологическими системами: учебное пособие / Балакирева С.В., Мигранова И.Г., Шахова Ф.А., Ягафарова Г.Г. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. 143 с.
3. Балакирева С.В., Булатова Д.Р. Экологический ущерб водной среде при загрязнении моторным маслом // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020): материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. УГАТУ: в 2 т. Уфа: РИК УГАТУ, 2020. Т. 1. С. 17-22.
4. Приказ Минприроды России от 13.04.2009 № 87 (ред. от 26.08.2015) «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902159034>. Дата обращения: 02.06.2024.
5. Биологический энциклопедический словарь / под ред. М.С. Гилярова. М.: Большая Российская энциклопедия. 1998. 864 с.

© Шукатова Ж.К., Балакирева С.В., 2024

УДК 502.5

Лаврова Т.В., Харьковская А.С.

Тульский государственный университет, г. Тула, Российская Федерация
e-mail: lavrova0000@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЦЕПТОРНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ТИРОЗИНАЗЫ И РЕДОКС-АКТИВНОГО ПОЛИМЕРА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ ТОКСИКАНТОВ В ВОДЕ

Аннотация. Фенол является одним из наиболее часто встречающихся соединений, оказывающих негативное влияние на окружающую среду. В работе рассматривается формирование биосенсора на основе тирозиназы, иммобилизованной в матрицу из бычьего сывороточного альбумина (БСА) и сафранина для определения фенола. Данная система обладает долговременной стабильностью в течении 9 суток. Нижняя граница определяемых содержаний составила 50 мг/дм³. Можно предложить использование данной системы для анализа сточных вод с высоким содержанием фенола (более 50 мг/дм³).

Ключевые слова: биосенсор, фенол, редокс-активный полимер, тирозиназа, долговременная стабильность

Lavrova T.V., Kharkova A.S.

Tula State University, Tula, Russian Federation

THE FORMATION OF A RECEPTOR SYSTEM BASED ON TYROSYNASE AND A RARE OCTUM POLYMER FOR MONITORING THE CONTENT OF PHENOLIC TOXICANTS IN WATER

Abstract. Phenol is one of the most common compounds that have a negative impact on the environment. The work considers the formation of a biosinase, immobilized in a matrix of bull serum albumin (BSA) and saffranin to determine phenol. This system has long-term stability within 9 days. The lower boundary of the determined content was 50 mg/dm³. It is possible to propose the use of this system for analysis of wastewater with a high phenol content (more than 50 mg/dm³).

Keywords: biosensor, phenol, redox-active polymer, tyrosinase, long-term stability

Загрязнение воды фенольными токсикантами является серьёзной экологической проблемой, которая оказывает негативное воздействие на водные экосистемы и здоровье человека. Загрязнение фенолами широко распространено в окружающей среде и эти соединения могут попадать в водные объекты различными путями: с бытовыми стоками, с сельскохозяйственных угодий при применении пестицидов и удобрений, а также с выбросами промышленных

предприятий. Сточные воды, содержащие фенол, образуются на полимерных, нефтяных, деревообрабатывающих и металлургических производствах. Например, только в стоках целлюлозно-бумажной промышленности были обнаружены фенол (10,0 мкг/л), гваякол (17,4 мкг/л), пирокатехин (16,9 мкг/л), о-крезол (2,27 мкг/л) и п-крезол (1,30 мкг/л) [1].

Фенольные соединения оказывают негативное воздействие на водные организмы, вызывая нарушения в функционировании нервной системы, органов дыхания, кровообращения и других систем.

Для определения содержания фенолов в воде разрабатываются чувствительные сенсоры на основе биоматериала, например, фермента [2,3]. Для окисления фенолов применяют тирозиназу, катализирующую окисление монофенольных субстратов до о-дифенолов и окисление о-дифенольных соединений до о-хинонов (рис. 1). Также она является распространенным ферментом, отвечающим за биосинтез меланина и других полифенолов в грибах, растениях и животных.

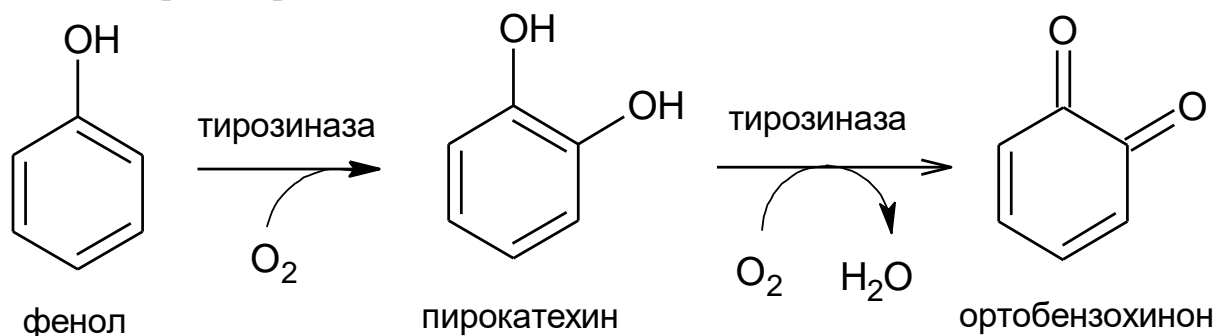


Рис. 1. Реакция окисления фенола под действием тирозиназы

Использование тирозиназы для определения фенола в биосенсорном анализе является частым предметом исследования. Например, на основе нанокристаллической целлюлозы с квантовыми точками был создан тирозиназный биосенсор для измерения концентрации фенола в воде [4]. Также, на основе тирозиназы был разработан биосенсор для определения бисфенола-А в агдезиве для брекетов в ортодонтии [5].

Ввиду того, что выделение и очистка фермента является достаточно дорогостоящими и длительными процессами, необходима иммобилизация на поверхность редокс-активного полимера для возможности многократного использования [6].

В качестве матрицы можно использовать редокс-активные полимеры, представляющие собой полимеры, макромолекулы которых содержат группы, способные к окислительно-восстановительным превращениям, из-за чего их

применяют в биосенсорном анализе [7].

Целью работы является формирование биосенсора для определения фенола на основе фермента тирозиназы и редокс-активного полимера БСА-сафранин.

Выбор материалов для синтеза редокс-активного полимера напрямую влияет на долговечность биосенсора. Биосовместимость является одним из наиболее важных показателей, так как в сенсоре используется биологический материал. Поэтому в качестве основы матрицы был выбран БСА.

Долговременная стабильность является ключевым фактором для практического применения биосенсоров. Она отражает способность сенсора сохранять свои характеристики и точность измерений в течение продолжительного времени. Биосенсоры, используемые для мониторинга качества воды, должны обладать высокой стабильностью.

Долговременная стабильность представляет собой временной промежуток, в течении которого ответ биосенсора составлял более 50% от максимального значения. На рис. 2 представлена долговременная стабильность биосенсора на основе системы БСА-сафранин-тирозиназа.

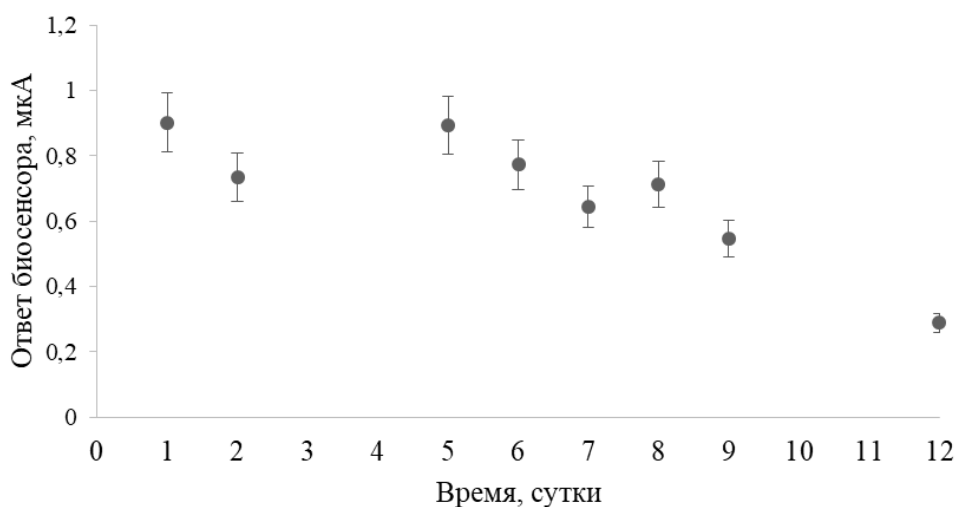


Рис. 2. Долговременная стабильность биосенсора

Максимальный ответ биосенсора наблюдался на 1 сутки его работы и принимался за 100%. Ответ на 9 сутки равен 0,55 мкА, что составляет 60% от максимального. Можно сказать, что биосенсор способен к работе в течении 9 суток. Нижняя граница определяемых концентраций составила 50 мг/дм³, что позволяет проводить анализ сильно загрязненных фенолом вод. Для улучшения характеристик можно предложить использование углеродных наноматериалов, например, нанотрубок. В работе [8] описано, что в электрохимических процессах УНТ имеют более быструю кинетику переноса электронов, поэтому модификация при помощи углеродных нанотрубок увеличивает чувствительность биосенсора и

значительно уменьшает нижнюю границу определяемых концентраций.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-13-20021, <https://rscf.ru/project/23-13-20021/> и поддержки правительства Тульской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголицын К.Г. Высокоэффективная жидкостная хроматография фенольных компонентов сточных вод ЦБП // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2003. № 4. С. 116-123.
2. Rodríguez-Delgado M.M. Laccase-based biosensors for detection of phenolic compounds // TrAC Trends Anal. Chem. 2015. Vol. 74. P. 21-45.
3. Zhang J. Nanomaterial-based electrochemical enzymatic biosensors for recognizing phenolic compounds in aqueous effluents // Environ. Res. 2022. Vol. 214. P. 113858.
4. Abd Manan F.A. Nanocrystalline cellulose decorated quantum dots based tyrosinase biosensor for phenol determination // Materials Science and Engineering: C. 2019. T. 99. С. 37-46.
5. Arslan F. Novel tyrosinase-based bisphenol-A biosensor for the determination of bisphenol-A in bracket adhesive in orthodontics: Bisphenol-A Biosensor for bracket adhesive in orthodontics // Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. 2022. T. 41. № 2. С. 229-241.
6. Шестеренко Ю.А., Севастьянов О.В., Романовская И.И. Кинетические особенности окисления фенола и пирокатехина свободной и иммобилизованной тирозиназой // Biotechnol. acta. 2012. № 2.
7. Navarro-Nateras L. Development of a Redox-Polymer-Based Electrochemical Glucose Biosensor Suitable for Integration in Microfluidic 3D Cell Culture Systems // Biosensors. 2023. T. 13. № 6. С. 582.
8. Jacobs C.B., Peairs M.J., Venton B.J. Carbon nanotube based electrochemical sensors for biomolecules // Analytica chimica acta. 2010. T. 662. № 2. С. 105-127.

© Лаврова Т.В., Харьковова А.С., 2024

УДК 502.5

Васильева В.В.

Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: vikamzfkgh@gmail.com

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭРОПОРТОВ В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Аннотация. Показано, что строительство аэропортов в зонах вечной мерзлоты на востоке является одной из ключевых проблем развития современной инфраструктуры транспорта России. Оно сопровождается значительными экологическими особенностями, включая разрушение мерзлоты, нарушение гидрологического режима территории, выбросы вредных веществ и другими.

Ключевые слова: экология, аэропорты, вечная мерзлота, защита окружающей среды.

Vasilyeva V. V.

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

ENVIRONMENTAL PROBLEMS DURING CONSTRUCTION OF AIRPORTS IN THE PERMAFROST ZONE

Abstract. It is shown that the airports construction in permafrost zones in the east is one of the key problems in the Russian modern transport infrastructure development. It is accompanied by significant environmental features, including the permafrost destruction, the territory hydrological regime disruption, harmful substances emissions, etc.

Key words: ecology, airports, permafrost, environmental protection

Часть суши нашей планеты носит название «зона вечной мерзлоты», занимая почти 25% суши. Это участок Земли, где почво-грунтовый слой остается круглый год замёрзшим на протяжении как минимум двух лет подряд. Столь уникальные условия на протяжении тысячелетий предопределяют формирование эксклюзивных экосистем в высоких северных широтах в Арктике, Сибири, Канаде и Гренландии

Значительная часть вечной мерзлоты расположена в России, где она покрывает около 65% территории страны, включая Сибирь и Дальний Восток. Также значительные площади вечной мерзлоты находятся в Канаде, Аляске, Китае и Скандинавских странах.

Вечная мерзлота имеет огромное влияние на окружающую среду так как она является важной частью арктической экосистемы, поддерживая уникальную

флору и фауну [1].

Для народного хозяйства нашей страны особый интерес в наши дни особый интерес представляет увеличение ее транспортной доступности, путём формирования надёжной транспортной системы в исключительно немилостивых северных природноклиматических условиях, что будет способствовать объединению арктических регионов с основной территорией страны в общее экономическое пространство [2]. В Арктике и в Приарктической зоне России роль авиации особенно велика. Большинство этапов полного жизненного цикла оказания авиатранспортных услуг необходимо осуществлять в крайне суровых климатических условиях зоны вечной мерзлоты [3].

Строительство аэропортов в зонах вечной мерзлоты всегда являлось [4] актуальной проблемой и продолжает являться таковой в наши дни, так как такие места обладают уникальными экосистемами и особенностями природных биоценозов [5].

Любые изменения в этой экосистеме, как в следствие разнообразных чрезвычайных ситуаций [6], так и в результате значительного уровня шума, создаваемого современными воздушными судами [7], могут привести к значительным нарушениям и потере биоразнообразия. Таяние вечной мерзлоты высвобождает огромные количества так называемых «парниковых газов (СН₄, СО₂), приводит к опасным геологическим процессам, разрушению построек и инфраструктуры.

Одним из основных негативных последствий строительства аэропортов в зоне вечной мерзлоты является нарушение гидрологического режима. изменяется направление и объём водных потоков (рис. 1).



Рис. 1. Негативные последствия строительства аэропортов в зоне вечной мерзлоты

Возведение аэропортов ведет за собой смену гидрологических элементов водных объектов в нескольких аспектах. Во-первых, это связано с изменением поверхности почвы и ландшафта. При строительстве аэродромов происходит выкорчевка растительности, снятие верхнего слоя почвы и изменение рельефа, что приводит к нарушению естественного стока воды. В результате происходит усиление поверхностного стока, увеличение эрозии почвы и возможное образование водных россыпей, которые могут угрожать окружающей экосистеме [1].

Во-вторых, строительство аэропортов в зонах вечной мерзлоты приводит к нарушению теплового баланса в грунте, преобразованию термического режима почвы, угасанию мерзлоты, зарождению трещин, провалов, смене гидрологического распорядка и показателей отвода вод с территории, затоплениям растущему уровню грунтовых вод [4].

Проведение любых строительных работ сопряжено с загрязнением природных водоёмов.

Строительство и эксплуатация аэропорта требуют большого количества энергии, которая часто производится с использованием ископаемых топлив, что сопровождается выбросом парниковых газов.

Появление аэропортов в рассматриваемом регионе грозит разрушением уникальных экосистем и природных объектов. При строительстве необходимо

учитывать влияние данного процесса на биологическое разнообразие региона.

Одной из ключевых проблем при строительстве аэропортов в зоне вечной мерзлоты является управление отходами. В странах, где уже существуют аэропорты в подобных условиях, разработаны специальные системы для утилизации отходов. Они включают в себя использование специальных контейнеров для сбора отходов, их последующую переработку и утилизацию.

Важным аспектом при строительстве аэропортов в зоне вечной мерзлоты является также учет местных условий и традиций коренные народы, которые традиционно зависят от окружающей среды для своего существования.

Коренной проблемой является разрушение мерзлотного грунта, что может привести к снижению стабильности аэродромных покрытий.



Рис. 2. Задачи при строительстве аэропортов

Перед строителями практически всех современных объектов в приполярной зоне нашей страны постоянно выдвигается требование решить основные природозащитные задачи, приведенные на рис. 2. Внедрение мероприятий по уменьшению экологических проблем при строительстве аэропортов в зоне вечной мерзлоты является важным шагом в сохранении природных ресурсов и биоразнообразия данного региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитина Е.Н. Изменение климата в Арктике: адаптация в ответ на новые вызовы // *Контурь глобальных трансформаций: политика, экономика, право*. 2019. Т. 12. №. 5. С. 177-200.

2. Полешкина И.О., Воробьев В.В. Развитие сети посадочных площадок и вертодромов: обеспечение авиационной доступности населенных пунктов арктических регионов // Мир транспорта. 2023. Т. 21. № 2 (105). С. 28-38.
3. Николайкин Н.И. Экологическая оценка полного жизненного цикла деятельности эксплуатационных авиапредприятий гражданской авиации // Научный вестник МГТУ ГА. 2006. № 108. С. 73-79.
4. Черкасова Н.Г., Новокрещенных А.Е. Экологические проблемы зоны заброшенных аэродромов и аэропортов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: материалы МНПК, пос. Дню космонавтики. Красноярск: 2021. С. 712-714.
5. Николайкин Н.И. Экология: учебник для студентов вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова / - 8-е изд. М.: ИЦ «Академия», 2012. 576 с.
6. Молчанов В.П., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации. М.: ФГБОУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. 300 с.
7. Мельников Б.Н., Большунов Ю.А., Николайкин Н.И. Перспективы создания малошумных самолетов гражданской авиации // Безопасность в техносфере. 2010. № 2. С. 32-37.

© Васильева В.В., 2024

УДК 502.5

Шукатова Ж.К., Балакирева С.В.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,
Российская Федерация
e-mail: kafedra-ecologia-UGNTU@yandex.ru

БИОИНДИКАЦИЯ ПОЧВЫ МНОГОТОПЛИВНОЙ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Аннотация. В статье рассматриваются методы биоиндикации - оценки загрязнения почвы в зоне действия многотопливной автозаправочной станции. Выявлены дополнительные факторы техногенного воздействия промышленного города на урбопочвы. Выполнены биоанализы экологического состояния почвы в районе автозаправки города, в качестве тест-объектов использовали дождевых червей и микробиоту.

Ключевые слова: многотопливная заправочная станция, факторы загрязнения, биоиндикация, почва, дождевые черви, микроорганизмы

Shukatova Zh.K., Balakireva S.V.

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russian Federation

BIOINDICATION OF THE SOIL OF A MULTI-FUEL FILLING STATION IN THE CONDITIONS OF MAN-MADE LOAD OF AN INDUSTRIAL CITY

Abstract. The article discusses methods of bioindication - assessment of soil pollution in the area of operation of a multi-fuel filling station. Additional factors of the technogenic impact of an industrial city on urban soils have been identified. Bioanalysis of the ecological state of the soil in the area of the gas station of the city was performed, earthworms and microbiota were used as test objects.

Keywords: multi-fuel filling station, pollution factors, bioindication, soil, earthworms, microorganisms

Многотопливные автозаправочные станции (АЗС) всегда располагаются рядом с автомагистралями, оказывают негативную нагрузку на верхние слои окружающих урбопочв. Устранение опасных рисков-воздействия (соблюдение пожарной безопасности) требует удаление с прилегающей к АЗС территории деревьев и кустарников, для закрепления почвы от пылеобразования оставляют травяной слой.

Дополнительно в крупном промышленном городе фоновое состояние почв подвергается воздействию ряда техногенных источников: движущегося потока машин (стирание шин), эксплуатации дорожного асфальтового полотна (износ поверхности, использование химреагентов против обледенения), выбросов промышленности I и II категории экологической опасности [1].

Годами земля аккумулирует токсиканты, в том числе тяжелые металлы. Совокупное воздействие АЗС и промышленных источников города вызывает экологически стрессовые ситуации в урбоземах. Регистрируются нарушения природных функций почвы (биоорганоминеральной системы), загрязнение токсикантами, потеря плодородия (дефицит питательных веществ), изменения температурного режима в верхних слоях земли – иссушение, возможное уплотнение грунта, обеднение видового и численного состава травянистых растений и беспозвоночных (комплекс мезофауны), населяющих верхние почвенные слои.

Быстро, комплексно, качественно оценить состояния почвенной среды можно методами биоиндикации (БИ), используя живые тест-объекты. В Евросоюзе БИ широко применима, в США этот процесс называют «экоотоксикологией». Экоотоксикология – изучение опасных эффектов воздействия экотоксикантов (вредных химвеществ) на биоту в популяции (экосистеме). Методы биоанализа считают более точными, они в разы чувствительнее

применяемых в лабораториях физико-химических анализов.

Природные биоиндикаторы – растения, геобионты, микробиота – населяют и постоянно присутствуют в почвенной среде. Использование методов биодиагностики позволяет выявить у тест-организмов реакции-отклики на отклонения – на совокупный комплекс прямого и косвенного техновоздействия, прослеживая во времени и локации распространения, оценить изменения их жизненной среды.

В качестве тест-объектов использовали беспозвоночных (земляных - дождевых червей) и микроорганизмы урбопочвы.

Почвообитающие организмы удобны для экотоксикологии, они широко распространены, многочисленны в биотопах, обитают оседло на одном месте, аккумулируют определенные химические элементы, методы их сбора и оценки разработаны.

Дождевые черви (ДЧ) семейства Lumbricina активно участвуют в структурообразовании и функционировании почвы, в формировании ее подстиляющего слоя. ДЧ (сапрофаги) разрыхляют и улучшают структуру почвы, поддерживают перемешивание, проветривание, газообмен и дренаж, перерабатывают ее органику, уничтожая патогенную микрофлору, насыщают кислородом, влагой и рядом биогенов (органического и минерального характера), повышают трофическое состояние экосистемы, участвуют в гумусообразовании, способствуют качественному питанию корневой системы растений. Строят запутанные разветвленные длинные ходы в почве, их глубина, простирается на 0,6 - 0,8 м и более. ДЧ повышают биологическую и экологическую устойчивость почвы. Перемещение почвы ДЧ приводит к миграции токсичных веществ. На экологически чистых природных территориях Башкортостана (садовые участки) в черноземах насчитывают 150-190 экз./м² ДЧ, в целинных агроценозах – 51 экз./м² [2, 3]. В плодородных почвах черви образуют ядро обитающих в почве беспозвоночных.

Микроорганизмы почвы (МОП) – простейшие одноклеточные, бактерии, водоросли и грибы. Биогенность плодородной почвы - в 1 грамме насчитывают миллиарды МОП с большим разнообразием видового состава (до 4000 видов), зависящего от плодородных свойств почвы. Средняя масса МОП – 1000 кг/га. В плодородных почвах преобладают микроорганизмы родов Pseudomonas, Bacterium, Mycobacterium. МОП участвуют в создании гумусового слоя и структуры почвы, перерабатывают органику, неорганику и детрит, преобразуют продукты распада. Верхние горизонты почвы заполнены аэробными МОП, в глубинных слоях поселились анаэробные МОП. Их деятельность связана с процессами брожения и гниения. [4].

МОП выполняют огромную работу в почве, характеризуют ее экологическое состояние (таблица 1).

Таблица 1

Экологические свойства МОП [4]

Штамм МО	Экологические свойства
<i>Pseudomonas sp.</i>	Окисляет углеводороды, НП до конечных безопасных веществ – CO ₂ и H ₂ O, повышает нитрогеназную активность почвы, увеличивая содержание N ₂ .
<i>Bacillus sp.</i>	Помогают растениям получать питательные вещества из почвы, улучшают общий рост (выработкой фитогормонов), защищают от патогенов и других абиотических стрессоров.
<i>Flavobacter-ium sp.</i>	Эффективные солубилизаторы фосфатов, защищают от абиотических стрессов, участвуют в биоремедиации почв.
<i>Arthrobacter sp.</i>	Участвуют в биоразложении загрязняющих веществ, необычных полимерных соединений.
<i>Azotobacter sp.</i>	Способны к фиксации N ₂ , продукции ауксинов, гиббереллин, HCN, сидерофоров и минерализации питательных веществ, это повышает их предрасположенность к альтернативе синтетическим удобрениям
<i>Fusarium sp.</i>	Слабопатогенные штаммы. Обладают для растений ростактивирующей способностью в вегетационный период, защищают растения при выращивании в среде, загрязненной тяжелыми металлами.

В почве на микробную биоремедиацию влияет ряд факторов: влажность, температурный режим, рН, наличие и содержание кислорода, состав питательных веществ и др. Изменение одного из факторов может снизить популяцию МОП, отрицательно повлиять на эффективности процесса.

Исследование 1. Биоиндикация почвы АЗС по количеству дождевых червей.
Этапы исследования:

1) Почва. Выбор урбоземов, примыкающих к АЗС, контрольной почвы. Источником загрязнения послужила АЗС г. Уфы, расположенная на въезде на мост, соединяющий Черниковку (промышленный район) с центром города. Данный объект характеризуется длительностью эксплуатации, особенностями расположения. С лицевой стороны и торца АЗС проходят главная и

второстепенная транспортные магистрали, сзади - лесопосадка, протянувшаяся до реки Белая. Определены места отбора урбопочвы - граница заасфальтированной территории АЗС и точки, удаленные от нее на 50 и 100 м. Контролем служила почва сквера г. Уфы с периодическим обновлением земли.

2) Отбор почвы. Выполнен по ГОСТ 17.4.4.02-84. Образцы почвы выкапывали на площади 1 м² с глубины от 10 до 20 см, насыщенной ДЧ. Повторяли три раза.

3) Определение количества ДЧ. Использовали лабораторное сито диаметром 20 см, с размером ячеек 0,2 см, просеивали почву, на сите оставались ДЧ, их подсчитывали. Усредненные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Количестве дождевых червей в урбоземах

Расстояние от АЗС, м	Количество ДЧ, экз./м ²
1	8 (66,7 %)
50	13 (допустимо)
100	17 (допустимо)
Почва сквера (контроль)	18 (допустимо)
Допустимое значение (город)	12-15 (100-125%)

Полученные данные показывают, что сильное загрязнение почвы локальное, с удалением от АЗС в урбоземе количество особей ДЧ растет. Допустимым для городских почв считается 12-15 и более беспозвоночных на 1 м². При этом приемлемое количества ДЧ для почв города – 12-15 экз./м² отличается от чистых природных черноземов, расположенных за городом – 150-190 экз./м² ДЧ, составляет всего 10-15%.

Сокращение ДЧ доказывает наличие в верхних участках почвы, граничащей с АЗС, высокой токсикации, ослабления функций почвенной экосистемы, обеднение состава биоты, нехватки биогенов и питательных веществ. При сильном загрязнении и отсутствии питательных элементов ДЧ покидают такие территории.

Исследование 2. Биоиндикация почвы АЗС по содержанию микробиоты.

Для эксперимента по оценке видового и количественного состава МОП, использовались урбозем зоны АЗС г. Уфы и контроль - чистая почва из садового участка Стерлибашевского района Башкортостана, расположенного недалеко от села Раевка. Отбор почвы выполнен по ГОСТ 17.44.02-84.

Выделение почвенных микроорганизмов. Использовали метод отпечатков [5]. В чашках Петри на мясопептонном агаре (питательная среда) провели посеы взвесей почвенных проб, возвращали их в термостате при

постоянном режиме 280С в течение 5 сут. Высевы повторяли трехкратно. После инкубации МОП в термостате выполнили морфологический анализ разросшихся колоний микроорганизмов, идентифицировали их на электронном микроскопе МИКМЕД-2, пользовались определителем Берджи (таблица 3).

Таблица 3

Состав МОП

Показатель	Контроль (чистая почва)	Урбопочва зоны АЗС
Почва	Легкоглинистый чернозем	суглинок
Микроорганизмы	Количество	
<i>Pseudomonas sp.</i>	(2±0,02) . 105	-
<i>Bacillus sp.</i>	(3±0,02) . 104 (100 %)	(1±0,03) . 103 (3,3 %)
<i>Flavobacterium sp.</i>	(2±0,03) . 104	-
<i>Arthrobacter sp.</i>	(2±0,03) . 103	-
<i>Azotobacter sp.</i>	(1±0,02) . 103	-
<i>Fusarium sp.</i>	-	+++ (обильный рост)
Примечание. Разлагают углеводороды, нефтепродукты: - парафиновые – <i>Flavobacchain, Pseudomonas</i> ; - нафтеновые – <i>Achromobacter, Bacillus, Pseudomonas</i> ; - многокольчатую ароматику – <i>Bacillus, Pseudomonas</i> .		

МОП (таблица 3) в почвенной экосистеме выполняют работу, она перечислена в таблице 1. Контроль (легкоглинистый чернозем) насыщен МОП, богат микробиотой (*Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, *Flavobacterium sp.*, *Arthrobacter sp.*, *Azotobacter sp.*). Чистая суглинистая почва имеет нейтрально-кислый реакционный баланс, структурирована и способствует развитию и росту различных микрокультур. Действие АЗС и зоны промышленного загрязнения г. Уфы отрицательно сказывается на состоянии почвы [6]. Урбоземля вокруг АЗС обеднена МОП, наблюдается дефицит их количества и видов, снижаются природные характеристики почвы.

Таким образом, проведенные опыты по биоиндикации почвы, по определению отклика живых тест-объектов (дождевые черви и микроорганизмы почвы) на комплексное воздействие техногенных факторов АЗС, промышленности и транспорта г. Уфы выявила локальное сильное загрязнение урбозема в зоне АЗС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шукатова Ж.К., Балакирева С.В., Маллябаева М.И. Экологические аспекты влияния многотопливной автозаправочной станции на окружающую среду // Заметки ученого. 2023. № 12. С. 112-115.
2. Чекановская О.В. Дождевые черви и почвообразование. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1960. 208 с.
3. Балакирева С.В., Маллябаева М.И., Кочетова Е.В. Экологические аспекты воздействия средства агрозащиты дифеноконазол на геобионтов // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2017): материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. УГАТУ в 2 т. Уфа: ООО «Первая типография», 2017. Т. 1. С. 127-134.
4. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 343 с.
5. Нетрусов А.И. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов. М.: Изд. центр «Академия», 2005. 608 с.
6. Почвы СССР / Афанасьева Т.В., Василенко В.И., Терешина Т.В. [и др.]. М.: Мысль, 1979. 380 с.

© Шукатова Ж.К., Балакирева С.В., 2024

УДК 502.5

Мартынова А.Д., Насырова Э.С.

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: nasyrova.es@ugatu.su

МОНИТОРИНГ ЗОНЫ КОНТРОЛЯ ФГУП «РАДОН» В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Аннотация. Проведена оценка уровня радиационного фона 100-километровой зоны контроля пункта захоронения радиоактивных отходов ФГУП «Радон» в Республике Башкортостан за последние 6 лет. Выявлено, что средние значения радиационного фона не превышают предельно допустимого уровня облучения населения.

Ключевые слова: Республика Башкортостан, ФГУП «Радон», радиоактивное загрязнение, мониторинг, радиационный фон

Martynova A.D., Nasyrova E.S.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

MONITORING OF THE CONTROL ZONE OF FSUE «RADON» IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Abstract. The assessment of the background radiation level of the 100-kilometer control zone of the radioactive waste disposal site of the Federal State Unitary Enterprise «Radon» of the Republic of Bashkortostan over the past 6 years has been carried out. It was revealed that the average values of background radiation do not exceed the maximum permissible level of exposure of the population.

Keywords: Republic of Bashkortostan, FSUE «Radon», radioactive contamination, monitoring, background radiation

Республика Башкортостан – регион, имеющий глобальное и техногенное радиоактивное загрязнение (пункт хранения радиоактивных отходов «Радон», находящийся в городе Благовещенск). Официально зарегистрированных радиационных аварий в Республике Башкортостан нет, также на данной территории отсутствуют атомные электростанции [1]. Благовещенский филиал ФГУП «РАДОН» находится в 20 км северо-западнее Уфы и введен в эксплуатацию в 1964 г. Объект предназначен для обеспечения радиационной безопасности и долговременного хранения твердых радиоактивных отходов 3 и 4 класса (очень низкоактивных, низкоактивных и среднеактивных), к которым относятся загрязненные грунты, оборудование, материалы, мусор, металлоконструкции и т.п. На данный момент Благовещенский филиал выводится из эксплуатации с последующим снятием с надзора органа регулирования с целью улучшения экологической обстановки в черте города Благовещенск [2].

В связи с деятельностью пункта хранения радиоактивных отходов ФГУП «Радон» в 100-километровой зоне ведется мониторинг радиоактивного загрязнения местности (рис.1).



Рис. 1. Зона контроля радиоактивного загрязнения пункта ФГУП «Радон»

В статье проанализированы данные Башкирского управления гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по радиоактивному загрязнению зоны контроля ФГУП «Радон» Республики Башкортостан за последние 6 лет [3] (таблица 1).

Таблица 1

Средний радиационный фон зоны контроля пункта хранения радиоактивных отходов Республики Башкортостан, мкЗв/ч

Год	Доза излучения (мкЗв/ч)											
	2019		2020		2021		2022		2023		2024	
Месяц	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1	0,065	0,158	0,073	0,158	0,067	0,156	0,069	0,154	0,09	0,149	0,081	0,161
2	0,076	0,149	0,064	0,144	0,064	0,148	0,068	0,146	0,083	0,142	0,058	0,147
3	0,074	0,149	0,065	0,142	0,064	0,142	0,064	0,145	0,09	0,145	0,058	0,152
4	0,080	0,159	0,070	0,164	0,066	0,155	0,068	0,153	0,068	0,156	0,081	0,170
5	0,074	0,169	0,065	0,165	0,067	0,165	0,067	0,159	0,084	0,168	0,078	0,170
6	0,080	0,169	0,068	0,171	0,075	0,165	0,075	0,158	0,082	0,163		
7	0,081	0,165	0,069	0,174	0,073	0,173	0,070	0,166	0,090	0,161		
8	0,083	0,161	0,067	0,167	0,075	0,175	0,071	0,164	0,089	0,165		
9	0,076	0,159	0,071	0,165	0,069	0,172	0,071	0,164	0,090	0,168		
10	0,073	0,169	0,072	0,168	0,068	0,168	0,068	0,166	0,090	0,171		
11	0,071	0,165	0,072	0,161	0,068	0,158	0,085	0,163	0,093	0,164		
12	0,073	0,160	0,070	0,158	0,071	0,155	0,086	0,151	0,088	0,156		

Максимальное значение за все время мониторинга – 0,175 мкЗв/ч, минимальное – 0,058 мкЗв/ч.

Уровень радиационного фона нормируется в соответствии с СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», в соответствии с которым предельно допустимый уровень облучения населения не должен превышать 0,2 мкЗв/ч. Максимальное значение радиационного фона, зафиксированное за 6 лет мониторинга зоны контроля, не превышает данный предел.

По рекомендации Международной комиссии по радиационной защите и ВОЗ уровень радиации (радиационный фон) разделяется на:

- нормальный – 10-20 мкР/ч (0,1-0,2 мкЗв/ч)
- допустимый – 20-60 мкР/ч (0,2-0,6 мкЗв/ч);
- повышенный – 60-120 мкР/ч (0,6-1,2 мкЗв/ч).

В 100-километровой зоне ФГУП «Радон» за последние 6 лет наблюдается нормальный радиационный фон.

Таким образом, в работе проведена оценка уровня радиоактивного загрязнения зоны контроля ФГУП «Радон» Республики Башкортостан за последние 6 лет. Выявлено, что максимальное значение уровня радиационного фона не превышает предельно допустимый уровень облучения населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Насырова Э.С., Мартынова А.Д. Радиоактивное загрязнение Республики Башкортостан цезием-137 // Экологические чтения–2024: материалы XV Национальной научно-практической конференции (с международным участием), (4-5 июня 2024 г.) / Ом. гос. аграр. ун-т. Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ. С. 572-575.
2. ФГУП «РАДОН» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://radon.ru/about/history/> Дата обращения: 29.06.2024.
3. Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.meteorb.ru/monitoring/radiation> Дата обращения: 30.06.2024.

© Мартынова А.Д., Насырова Э.С., 2024

УДК 502.5

Хасанова Л.Н., Мусина С.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: liyahasanovaa@mail.ru

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В РЫБНЫХ РЕСУРСАХ И ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ПРОБЛЕМАТИКИ

Аннотация. В работе проведен анализ актуальности изучения содержания пестицидов в рыбных ресурсах и воздействия химических препаратов на состояние гидробионтов. Обоснована роль изучения и мониторинга состояния рыб в водных экосистемах при оценке воздействия загрязнения на окружающую среду. Рассмотрены исследования, опубликованные в высокорейтинговых журналах, проиндексированных в международных базах данных, что обеспечивает высокий уровень качества и достоверности информации.

Ключевые слова: сельское хозяйство, пестициды, рыбные ресурсы, биоаккумуляция, трофический уровень

Khasanova L.N., Musina S.A.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

LITERATURE REVIEW OF RESEARCH ON PESTICIDE CONTENT IN FISH RESOURCES AND IDENTIFICATION OF PRIORITY AREAS FOR DEVELOPMENT OF THE ISSUES

Abstract. The paper analyzes the relevance of studying the content of pesticides in fish resources and the effects of chemicals on the condition of aquatic organisms. The role of studying and monitoring the condition of fish in aquatic ecosystems during the assessment of the impact of pollution on the environment is substantiated. The research published in highly rated journals indexed in international databases is reviewed. This ensures a high level of quality and reliability of information.

Key words: agriculture, pesticides, fisheries, bioaccumulation, trophic level

Сельское хозяйство является одной из основных отраслей мировой экономики, обеспечивая население продовольствием, а перерабатывающую промышленность – сырьем. Для поддержания высокого уровня урожая широкое распространение получило использование различных типов пестицидов как первичные преимущества при борьбе с вредителями.

До недавнего времени основным используемым пестицидом в сельском хозяйстве был ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан). В 1939 году доктор Пауль Мюллер, сотрудник швейцарской химической компании «Гейги» (впоследствии

«Сибга-Гейги», а ныне «Новатис»), выявил у ДДТ инсектицидные качества. Этот продукт был синтезирован Отмаром Цейдлером, студентом-химиком из Германии, еще в 1874 году. В 1948 году Мюллер был удостоен Нобелевской премии за разработку этого инсектицида. Из-за простоты производства и высокой действенности против большинства насекомых данный препарат быстро стал популярным и широко распространился по всему миру.

Однако неконтролируемое и чрезмерное применение пестицидов привело к тому, что по уровню антропогенной нагрузки на окружающую среду сельское хозяйство находится в числе лидеров. Одним из аспектов негативного влияния препаратов, используемых для борьбы с вредителями, является их поступление в водные объекты в результате смыва с полей. Любые изменения в гидросфере негативно сказываются на водных организмах, особенно на рыбах, которые являются чувствительными и находятся в конце пищевой цепи перед поступлением в организм человека. Исследования показывают, что пестициды могут накапливаться в организмах рыб и вызывать различные негативные эффекты, такие как нарушение иммунной системы, репродуктивных функций, возникновение опухолей и других заболеваний. Кроме того, агрохимикаты могут менять поведение рыб, делая их более уязвимыми перед хищниками и уменьшая их шансы на выживание.

Будучи последним звеном в трофической цепи водоемов, рыбы могут служить объективными индикаторами уровня загрязнения водной среды. Следовательно, изучение и мониторинг состояния рыб в водных экосистемах играют важную роль в оценке воздействия загрязнения на окружающую среду.

Каждое исследование начинается с литературного обзора, поэтому для определения наиболее актуальных и масштабных исследований в области мониторинга влияния пестицидов на состояния рыб в водных экосистемах был проведен детальный библиографический анализ.

Стандартный процесс литературного анализа включает несколько ключевых этапов, которые помогают исследователям систематически собирать и анализировать данные для последующей интерпретации. Web of Science (WoS) является международной платформой, в которой собраны научные статьи и другая документация, опубликованные ведущими рейтинговыми научными журналами, что обеспечивает высокий уровень качества и достоверности информации.

Для выявления информации о содержании пестицидов в рыбных ресурсах был проведен систематический поиск научных публикаций в базе данных Web of Science с использованием ресурсов библиотеки Института городской среды Китайской академии наук. Язык поиска был ограничен английским, и в него были

включены рецензируемые научные статьи и обзорные журналы, опубликованные до марта 2024 года. Исходная тема поиска была сформулирована как: «fish» (Topic) and «pesticide*» OR «insecticide*» OR «anabasin*» (Topic) and «freshwater» OR «river*» OR «lake» OR «stream» (Topic). Это привело к обнаружению 2 621 публикаций. Далее было принято решение уточнить результаты поиска путем добавления следующего критерия: «exposure*» OR «treatment*» OR «mesocosm*» OR «experiment*» OR «soil» (Not Topic). Графическое представление результатов анализа ежегодной научной продукции и наиболее продуктивных стран по количеству публикаций были получены с помощью пакета biblioshiny в среде разработки RStudio.

При рациональном применении химикатов в сельском хозяйстве в водоемы попадает минимальное количество препаратов. Несмотря на сравнительно низкие концентрации в воде и донных отложениях, пестициды могут довольно интенсивно накапливаться в жизненно важных органах и тканях практически всех гидробионтов, особенно у рыб как высшего трофического звена в водных экосистемах. В организм рыб пестициды поступают в основном через жабры и частично кожу, распределяются по всем органам и тканям, концентрируясь в наибольших количествах во внутренних органах (печени, почках, стенке кишечника, селезенке). С начала 1960-х годов стали появляться научные статьи, акцентирующие внимание на проблеме содержания пестицидов в определенных органах и тканях рыб (рис. 1).

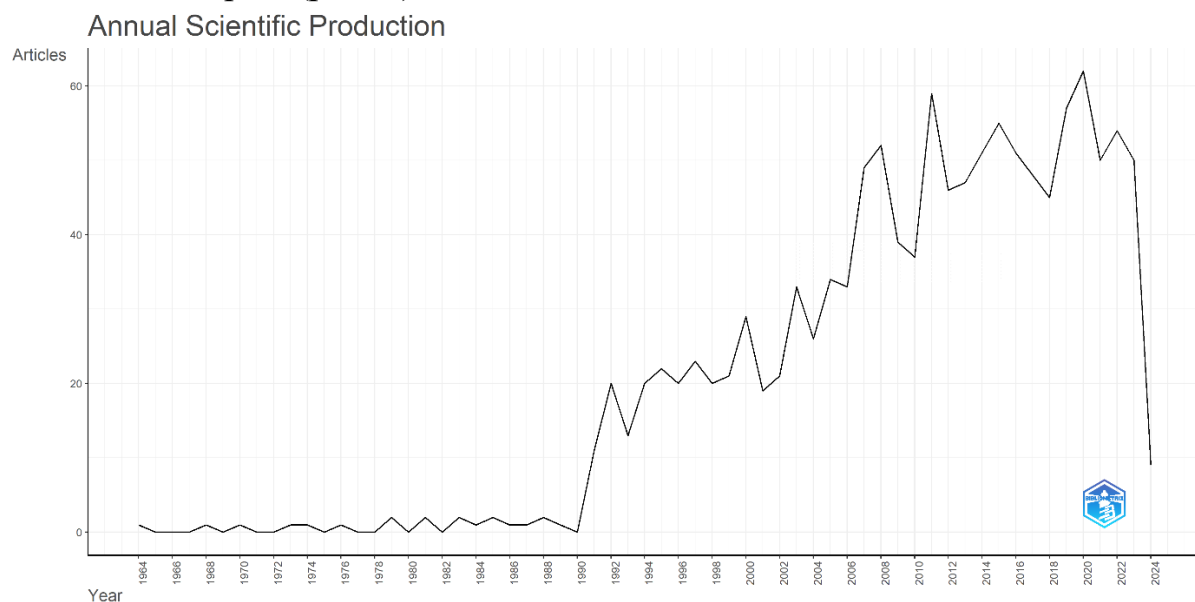


Рис. 1. Ежегодная публикационная активность

В 1965 году Канадским научно-исследовательским советом по рыболовству было проведено исследование по изучению пищевой ценности и химического

состава рыбных продуктов и масел, полученных из пресноводных рыб. В ходе данной работы, проведенной Dugal, L. C. [1], методом газовой и тонкослойной хроматографии были определены концентрации гептахлопа, эпоксида гептахлора, ДДЭ, ДДТ, ДДД и дильдрин в шпротах и маслах, полученных в результате рендеринга. Анализ показал, что остатки пестицидов в рыбных продуктах питания преимущественно представлены ДДТ и его производными.

Однако вскоре стало известно, что ДДТ и прочие хлорорганические составы обладают высокой устойчивостью, способны проникать по пищевым цепочкам на большие расстояния и могут оставаться в природных объектах на протяжении многих лет. Это стало причиной резкого сокращения применения хлорорганических соединений по всему миру.

В 1970-х и начале 1980-х, после того как была признана опасность ДДТ для многих живых организмов, некоторые промышленные страны ввели ограничения или полный запрет на его использование. Это привело к тому, что до 1990-х годов произошел спад активности исследований по данной теме. Однако в общемировом масштабе потребление и использование ДДТ значительно не снизилось из-за увеличения его использования в странах Азии, Африки и Латинской Америки. Некоторым государствам пришлось постоянно использовать ДДТ для противостояния возбудителям малярии и прочих опасных заболеваний.

В 1988 году ученые Amodio-Cocchieri, R. и Arnese, A. [2] провели отбор образцов рыбы в четырех реках континентальной южной Италии: Гарильяно, Вольтурно, Калоре и Селе. В качестве комментария к результатам авторы отметили, что соединения группы ДДТ и эпоксид гептахлора чаще всего обнаруживались у всех собранных рыб, в то время как эндосульфат встречался реже всего. Приведенные исследования говорят о том, что уже на ранних этапах развития темы пестицидов ДДТ и его метаболиты были обнаружены в большем количестве, чем остальные соединения.

С начала 90-х годов и до настоящего времени наблюдается значительный рост интереса к изучению пестицидов. В 1991 году было опубликовано всего 11 статей по этому теме, в то время как к 2023 году число ежегодных публикаций увеличилось до 50. Этот тренд указывает на постоянное увеличение внимания к проблеме пестицидов и их воздействию на окружающую среду, в частности на рыбные ресурсы. Таким образом, исследования в данной области становятся все более актуальными в свете растущей потребности общества в безопасных и экологически чистых продуктах.

В географическом контексте ученые из США, Китая и Канады занимают доминирующее положение в исследованиях пестицидов в рыбных ресурсах (рисунок 2). Согласно анализу, исследователи из США лидируют по количеству

опубликованных работ на данную тему – 214 статей, из которых 35 были написаны в сотрудничестве с другими странами. В работе Deshpande, A. D. и др. [3] была изучена динамика биоаккумуляции загрязняющих веществ в субпопуляциях молоди годовалой голубой рыбы (*Pomatomus saltatrix*) в экосистеме Нью-Йоркской бухты. Были проанализированы концентрации полихлорированных дифенилов (ПХД) и p,p'-ДДЭ в тканях рыб. Результаты исследования показали, что содержание обоих веществ в организме рыб увеличивалось с ростом их длины. Концентрации были в пределах от незначительных до умеренных, что позволяет предположить устойчивое поглощение загрязняющих веществ, соизмеримое с агрессивным кормлением и разбавлением, связанным с быстрым ростом, характерным для голубой рыбы в субституте.

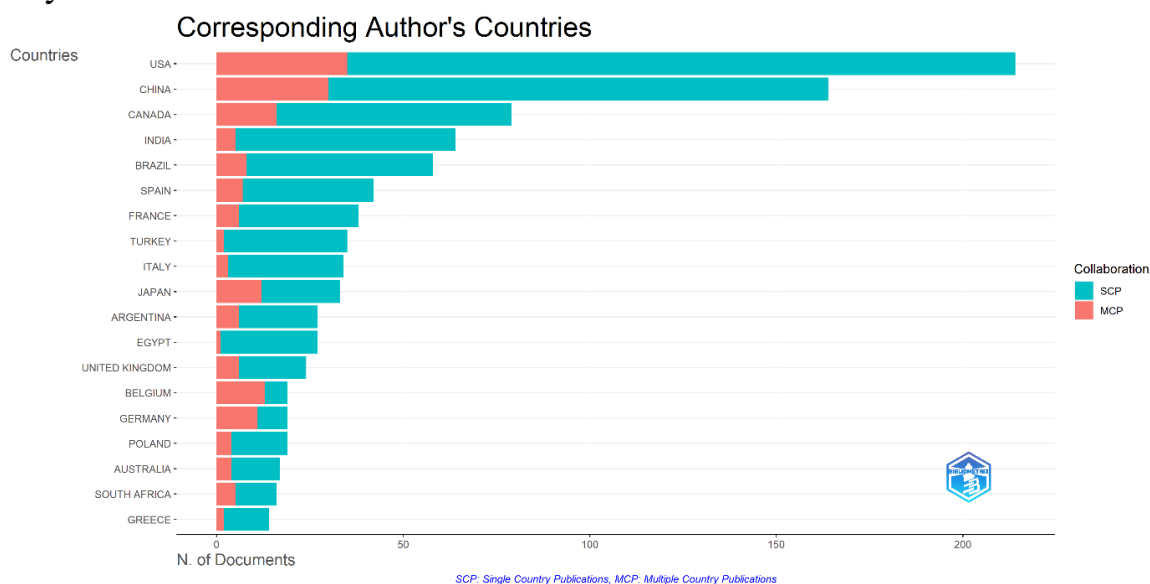


Рис. 2. Наиболее продуктивные страны по количеству публикаций, выпущенных самостоятельно (SCP) или в сотрудничестве (MCP)

На втором месте расположился Китай с 164 работами, 30 из которых были написаны в сотрудничестве, за ним следует Канада с 79 работами, включая 16 совместных публикаций.

Китайские ученые Yu, X. X. и др. [4] провели оценку потенциального риска хлорорганических загрязняющих веществ для горбатых дельфинов в Индо-Тихоокеанском регионе (*Sousa chinensis*). В ходе исследования была определена концентрация хлорорганических пестицидов (ХОП) в 14 различных видах рыб, отловленных в прибрежных водах Южно-Китайского моря. Результаты показали, что процесс биоаккумуляции хлорорганических пестицидов зависел от места отбора проб, вида рыбы и ее экологической ниши. Также учеными из Канады Prajapati, S. и др. [5] был проведен анализ концентраций трех классов пестицидов

в воде, донных отложениях и рыбе реки Южный Саскачеван. В число этих классов входили хлорорганические соединения, органофосфаты и гербициды. Хлорорганические пестициды были запрещены в Канаде с 1970-х годов, однако были обнаружены метоксиклор и линдан, преимущественно в донных отложениях и образцах рыбных ресурсов, что может быть связано с унаследованным загрязнением. Фосфорорганические пестициды, включая малатион и паратион, были обнаружены в значительно меньших количествах, если сравнивать с хлорорганическими пестицидами. Это может означать, что они менее устойчивы в окружающей среде и быстрее разлагаются.

Ученые из Индии занимают четвертое место с 64 работами, 5 из которых написаны в сотрудничестве, а ученые из Бразилии занимают пятое место с 58 работами, включая 8 совместных публикаций. Данная статистика может быть связана с такими факторами, как финансирование и научные ресурсы, доступ к технологиям и оборудованию, а также научно-исследовательские программы и приоритеты каждой страны. Во-первых, США, Китай и Канада являются крупными мировыми научно-техническими центрами, где сосредоточено большое количество исследовательских учреждений и высококвалифицированных специалистов. Во-вторых, разные страны проводят исследования на разных уровнях – от фундаментальных исследований до прикладных разработок. В-третьих, проблемы загрязнения окружающей среды пестицидами особенно остро стоят в США и Китае.

Таким образом, литературный анализ показывает, что существует множество научных работ, изучающих содержание пестицидов в рыбных ресурсах и их влияние на здоровье рыб. Исследования подтверждают, что пестициды способны накапливаться в организмах рыб, вызывая разнообразные негативные последствия. Это поднимает актуальные и требующие дальнейшего изучения вопросы о том, какие органы рыб больше всего подвержены отрицательному влиянию пестицидов и их аккумуляции, а также изменение концентрации агрохимикатов в организмах от времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dugal L.C. Pesticide residue in freshwater fish oils and meals // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1968. V. 25. № 1.
2. Amodio-Cocchieri R., Arnese A. Organochlorine pesticide residues in fish from southern Italian rivers // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 1988. V. 40. Pp. 233-239.
3. Deshpande A.D., Dockum B.W., Draxler A.F.J. Contaminant bioaccumulation dynamics in young-of-the-year bluefish subpopulations in New York Bight with a

special reference to the condition and nursery area fidelity subsequent to recruitment // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2016. V. 73. № 1.

4. Yu X.X., He Q.Y., Sanganyado E., Liang Y., Bi R., Li P., Liu W.H. Chlorinated organic contaminants in fish from the South China Sea: Assessing risk to Indo-Pacific humpback dolphin // Environmental Pollution. 2020.

5. Prajapati S., Challis J.K., Jardine T.D., Brinkmann M. Levels of pesticides and trace metals in water, sediment, and fish of a large, agriculturally-dominated river // Chemosphere. 2022.

© Хасанова Л.Н., Мусина С.А., 2024

УДК 674.031.623.23

Кальсин Н.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: kalsin.nikita@bk.ru

ТОПОЛЬ КАК ЭЛЕМЕНТ УРБОСИСТЕМЫ

Аннотация. В данной статье рассматривается применение деревьев рода *Populus* в озеленении урбанизированной территории. Описываются их преимущества, недостатки и опасности. Рассмотрены болезни и вредители, которые могут причинить вред деревьям. Приведены примеры использования тополиного пуха, который считается отходом.

Ключевые слова: тополь, тополиный пух, populus, урбанизированная территория, растительные отходы

Kalsin N.A.

Ufa university of science and technologies, Ufa, Russian Federation

POPLAR AS AN ELEMENT OF URBAN SYSTEM

Abstract. This article discusses the use of *Populus* trees in urban landscaping. Their advantages, disadvantages and dangers are described. Diseases and pests that can harm trees are considered. Examples of the use of poplar fluff, which is considered a waste, are given.

Key words: poplar, poplar fluff, populus, urbanized area, plant waste

Древесные растения рода *Populus* (тополь) являются часто используемым видом при озеленении города. Это обуславливается их быстрым ростом, который позволяет в кратчайшие сроки создать полосу зеленых насаждений,

способствующую звукопоглощению, поглощению загрязняющих веществ и образованию тени. Кроны тополей обладают значительной способностью к удержанию частиц загрязняющих веществ. Например, Н.Н. Бессчетнова и П.В. Бессчетнов исследовали пылезадерживающую способность различных видов тополей – листья белого тополя оказались наиболее эффективными, задерживая порядка $257,60 \pm 5,05$ мг пыли, наименее эффективный – тополь итальянский, на смывах листьев которого обнаружено $105,69 \pm 2,90$ мг пыли [1]. Данные свойства позволяют использовать различные разновидности тополей для широкого спектра целей: улучшение экологической обстановки, создание композиций в городских парках, укрепление водоемов и берегов рек [2].

Также растения рода *Populus* используются в качестве биоиндикаторов, способствующих оценке состояния окружающей среды. Тополи соответствуют такому критерию биоиндикаторов как повсеместное распространение, наличие качественных и количественных реакций на отклонение качества окружающей среды от нормы, а также изученная биология. Например, Д.В. Юсупов и другие [3] исследовали золу листьев тополя для оценки проявленности природной и техногенной составляющей на основе данных о содержании тория и урана. Исследователи зафиксировали увеличение концентрации тория и урана в листьях тополя промышленной зоны г. Краснокаменска по сравнению с селитебной зоной. Ими установлено, что с увеличением содержания угольных частиц в образцах пылеаэрозолей увеличивается также и содержание тория с ураном.

Распространённость данного вида деревьев имеет и негативные последствия – деревья женского пола образуют опушённые семена, которые разносятся ветром. Тополиный пух является распространенным отходом урбанизированной территории, который появляется на улицах городов в периоды поздней весны или начале-середине лета. Уносимые ветром семена тополя мешают обзору и являются транспортом для различных аллергенов таких как пыль и пыльца. Кроме этого, скопления тополиного пуха представляют опасность с точки зрения пожарной безопасности. При воспламенении семена тополиного пуха сгорают с высокой скоростью, стремительно распространяя пламя по всей покрываемой площади. При движении пламени снизу вверх видимая скорость может составлять от 0,42 м/с до 0,8 м/с, при движении сверху-вниз от 0,3 до 0,4 м/с, распространяясь горизонтально видимая скорость пламени может достигать 0,3 м/с [4]. Алексеева Е.И. и другие [5] описывали статистические данные о пожарах и последствиях на территории Курганской области в 2019 году. Больше 60 % пожаров было связано с возгоранием мусора, сухой травы, стерни, пожнивных остатков и тополиного пуха.

Другая опасность тополя – падение ствола дерева. Учитывая крупные

размеры кроны и размеры самого дерева, падение может привести к разрушению зданий, повреждению инфраструктуры или смерти людей и животных. Падению ствола могут поспособствовать природные условия, возраст дерева или наличие заболеваний, свойственных данному роду деревьев. Среди болезней, которые могут повлиять на состояние ствола дерева, можно выделить некрозно-раковые болезни и гнилевые болезни. Некрозно-раковые болезни стволов включают:

а) бурый цитоспоровый некроз, характеризующийся развитием бурой грибной ткани – стромы в коре дерева. Спустя время в строме формируются споры, которые выходят на поверхность коры через разрывы.

б) Черный цитоспоровый некроз, сопровождающийся образованием черных округлых выпуклых пятен, спор, диаметром до 2 мм на коре стволов и ветвей.

в) Дискоспориевый некроз, выраженный в появлении некротических участков овальной формы диаметром до нескольких сантиметров. Пораженная кора приобретает более темный цвет, а при отмирании желтеет. На отмирающих участках в процессе спороношения появляются бугорки диаметром до 2 мм, далее на поверхность выходят споры в виде черновато-белых и светло-оливковых жгутиков.

г) Черный, гипоксилонный рак, образующий стромы в коре дерева, с серовато-черными образованиями многоугольной формы. Далее после опадения пораженной коры образуются раны длиной до 1,5 м с древесиной, покрытой черной стромой.

д) Нектриевый (ступенчатый) рак, выраженный в образовании округлых или овальных ступенчатых ран.

е) Мокрый язвенно-сосудистый рак, проявляющийся в образовании овальных вздутий, из которых вытекает жидкость, буреющая на воздухе. Далее на месте вздутий появляются раны, которые могут достигать размера 1 м.

Среди гнилевых болезней выделяют:

а) Белая заболонная гниль, которая выражается в образовании белых веерообразных пленок грибниц и темно-бурых, черных ветвящихся ризоморфов под корой корней и стволов.

б) Белая мраморная ядрово-заболонная гниль - развивается в нижней и средней части стволов деревьев.

в) Желтовато-белая ядровая гниль, также развивается в нижней и средней части стволов и отделяется от здоровой области зеленоватым узким кольцом.

г) Красно-бурая призматическая ядровая гниль, которая развивается преимущественно в нижней части стволов деревьев. В месте заражения формируются плодовые тела.

Помимо болезней негативное воздействие на здоровье деревьев оказывают

различные вредители (рис. 1).

а)



б)



в)



г)



д)



Рис. 1. Насекомые, наносящие вред деревьям тополя

Листогрызущие насекомые выедают участки листьев и повреждают почки (рис. 1а). Сосущие вредители высасывают соки из почек, листьев и ветвей (рис. 1б). Галлообразователи образуют на листьях и других частях дерева галлы различной формы (рис. 1в). Минеры откладывают личинки, которые питаются тканями листьев прокладывая беловатые, желтоватые или коричневые ходы (рис. 1г). Стволовые вредители питаются древесиной, корой и лубом ветвей и стволов. Большинство поселяются на усыхающих и усохших деревьях, но некоторые способны заселять растущие больные деревья (рис. 1д).

Будучи отходом урбанизированной территории, тополиный пух собирается в мешки и вывозится в полигоны для дальнейшей утилизации. Однако тополиный пух также является ресурсом, который можно повторно использовать. Он обладает такими полезными свойствами как теплопроводность, антисептические свойства. Например, Н.Е. Тарасовская и другие в своей работе [6] рассматривали применение тополиного пуха в качестве основного компонента набивочного материала для изготовления чучел и академических тушек. Набивочный материал включал 60% массы тополиного пуха, 20% измельченных надземных частей

дербенника иволистного или прутьевидного, 20% измельченной травы багульника болотного. Тополиный пух был выбран в качестве основы вследствие его упругости, легкости, доступности, способности сохранять форму и равномерно распределять бактерицидные и инсектицидные компоненты, а также антисептических свойств. Применение данного состава позволило обеспечить более высокий уровень сохранности чучел, а также отсутствие негативного влияния моли и кожеедов.

Помимо наполнителя для чучел тополиный пух может применяться в качестве наполнителя для подушек и одеял, для производства биотоплива, компоста, корма для животных и в качестве сорбента для ликвидации нефтяных разливов. Растительные отходы, к которым относится тополиный пух, являются перспективным и экологичным средством для адсорбции загрязняющих веществ с конкурентной сорбционной способностью [7,8]. Волокнистая структура тополиного пуха, схожая с хлопком и капоком, также свидетельствует о перспективности данного материала.

Таким образом, в данной работе рассмотрены преимущества и недостатки использования тополя в качестве древесного растения для озеленения урбанизированной территории. Описаны болезни и вредители, которые могут стать причиной гибели дерева и разрушения его ствола. Рассмотрены способы применения тополиного пуха в соответствии с концепцией экономики замкнутого цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов П.В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 5.
2. Девидова А.П., Ефимов О.Е. Биолого-экологический анализ тополя в городском озеленении // Advanced science сборник статей II Международной научно-практической конференции : в 2 ч.. Том Часть 1. Пенза. 2018. С. 245-248.
3. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Павлова Л.М., Радомская В.И. О проявленности природно-техногенных факторов по соотношению содержания тория и урана в листьях тополя на урбанизированных территориях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Томск. 2016. С. 729-733.
4. Полетаев Н.Л. О распространении пламени тополиным пухом // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т. 19. № 6. С. 4-13.
5. Алексеева Е. И., Чистяков В. П., Иванюшин Е. А. Анализ статистики пожаров и их последствий в Курганской области // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК: материалы

Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган. 2020. С. 180-185.

6. Тарасовская Н.Е., Шакенева Д.К., Жумадилов Б.З., Купцинскиене Е. Использование природных набивочных материалов для изготовления таксидермических экспонатов в лабораторных и полевых условиях // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. 2020. № 3(91). С. 186-191.

7. Насырова Э.С., Кальсин Н.А., Кострюкова Н.В., Султанова Д.С. Оценка сорбционных свойств листового опада (на примере центрального района города Уфа) // Успехи современного естествознания. 2024. № 3. С. 52-57. DOI 10.17513/use.38229.

8. Кальсин Н. А., Насырова Э. С., Бондарь К. Е., Нафикова Э. В. Природные нефтесорбенты растительного происхождения и их эффективность (обзор зарубежных работ) // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16. № 2. URL: <https://esj.today/PDF/44NZVN224.pdf>

© Кальсин Н.А., 2024

УДК 632.95

Скуратова П.Н., Мусина С.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: polina-skuratova@list.ru

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ И ВЫЯВЛЕНИЕ ТРЕНДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Аннотация. В работе проведен анализ актуальности изучения влияния пестицидов на макробеспозвоночных. Изучены существующие и определены будущие тренды в области исследования влияния пестицидов на макробеспозвоночных при помощи концептуальной тематической карты.

Ключевые слова: макробеспозвоночные, воздействие пестицидов, загрязнение, исчезновение видов, тематическая карта

Skuratova P.N., Musina S.A.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

ANALYSIS OF THE RELEVANCE AND IDENTIFICATION OF TRENDS IN RESEARCH ON THE EFFECTS OF PESTICIDES ON MACROINVERTEBRATES

Abstract. In work analyzes the relevance of studying the effect of pesticides on

macroinvertebrates. The existing and future trends in the field of research on the effects of pesticides on macroinvertebrates have been studied using a conceptual thematic map.

Key words: macroinvertebrates, pesticide exposure, pollution, species extinction, thematic map

Быстрый рост и переход к более интенсивной сельскохозяйственной деятельности в развивающихся странах часто приводят к неправильному чрезмерному использованию пестицидов, что делает окружающую среду уязвимой для накопления экотоксикантов [1]. В настоящее время непосредственным ответом на потребность увеличения производства продуктов питания является использование около 2,7 миллионов метрических тонн активных ингредиентов во всем мире для предотвращения потерь урожая [2]. Однако все большее применение агрохимикатов способно развивать устойчивость и адаптацию вредителей к химическим веществам, что требует разработки и введения новых видов химических соединений.

Накопление пестицидов в природной среде рассматривается как одна из основных проблем загрязнения, связанных с сельским хозяйством. Среди водной биоты важными биоиндикаторами качества воды являются донные макробеспозвоночные. Эти организмы связывают органическое вещество и питательные ресурсы от низших к более высоким уровням пищевой цепи [3]. Кроме того, они обладают такой характеристикой, как толерантность или высокая чувствительность к антропогенному загрязнению, что дает важную информацию для понимания кумулятивных эффектов некоторых ксенобиотиков, присутствующих в окружающей среде.

На сегодняшний день не установлено однозначной связи между измеренным воздействием (концентрацией токсиканта в окружающей среде) и количественными показателями регионального биоразнообразия (региональным пулом таксономического богатства). По существу, остается неизвестным, в какой степени и в каких концентрациях пестициды приводят к исчезновению видов. В связи с этим исследования воздействия пестицидов на макробеспозвоночных являются актуальными.

Методы оценки результативности научной деятельности, основанные на использовании библиометрических показателей, достаточно хорошо распространены в современном мире [4]. В настоящее время международные наукометрические базы данных играют важную роль как основные источники информации о наиболее значимых достижениях мировой науки и технологий, без изучения которых в современном мире невозможно начать ни одно исследование.

На данный момент особую актуальность для ученых приобрели научные базы данных Web of Science, Scopus, Erih Plus [5]. На основе первой был проделан

обзор литературных данных для обоснования актуальности исследований влияния пестицидов на макробеспозвоночных и выбора дальнейшего направления собственного исследования. На первом шаге поиск производился по таким ключевым словам: Topic = («macroinvertebrate*» OR «invertebrate*» OR «macrobenthic*» OR «microfauna*» OR «zoobenthos*» OR «aquatic insect*»). Также были добавлены следующие термины: And Topic = («pesticide*» OR «insecticide*» OR «anabasin*»), And Topic = («freshwater*» OR «river*» OR «stream*»), Not Topic = («exposure*» OR «treatment*» OR «mesocosm*» OR «experiment*» OR «soil*»). В общей сложности было найдено 335 статей с 1976 по 2024 год издания, связанных с влиянием остаточных концентраций пестицидов на макробеспозвоночных.

Согласно данным, полученным с использованием программного обеспечения RStudio (пакет bibliometrix), выпуск статей по теме влияния пестицидов на макробеспозвоночных велся с 1976 по 2024 год с увеличением количества публикаций с 2002 года (рис. 1).

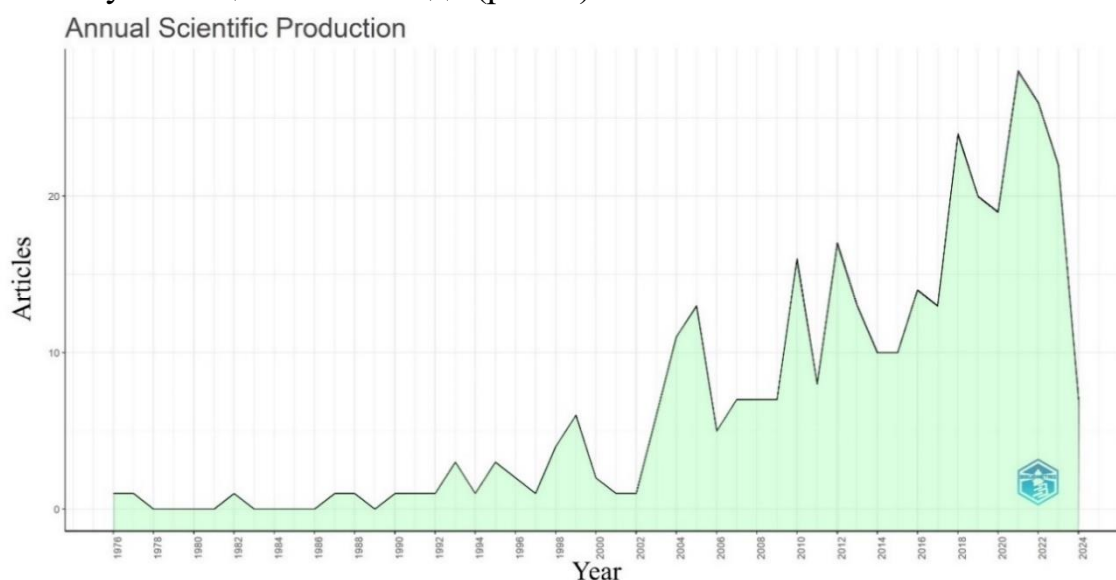


Рис. 1. Ежегодное количество выпущенных статей за весь период публикации

Начиная с 1976 по 1992 в среднем количество выпущенных статей в год было равно 1. Далее темпы публикации исследований все больше увеличивались: за 1999 год – 6 статей, за 2005 – 13. В последующие года количество выпускаемых статей достигло следующих значений: в 2010 – 16 статей, в 2012 – 17 статей, в 2018 – 24 статьи, в 2021 – 27. Несмотря на отсутствие стабильного роста в количестве выпущенных статей, данная динамика все равно свидетельствует об увеличении актуальности исследований в области изучения влияния остаточных концентраций пестицидов на макробеспозвоночных.

Полученная динамика сложилась в связи с изучением воздействия пестицидов на макробеспозвоночных в середине 20 века, особенно после

публикации книги Рэйчел Карсон "Безмолвная весна" в 1962 году. Эта работа привлекла внимание общественности к экологическим последствиям использования пестицидов и их влиянию на живые организмы. С тех пор многие ученые сосредоточились на том, как различные пестициды воздействуют на экосистемы, включая макробеспозвоночных, таких как насекомые, моллюски и черви. В дальнейшем исследования продолжались и развивались, охватывая широкий спектр видов и экосистем, что позволило глубже понять механизмы воздействия пестицидов на биологическое разнообразие и здоровье экосистем.

Так, в 1994 году авторами работы [6] было определено, что поступление инсектицидов с дождевым стоком в реки Оффенбаха вызывает токсикологическое воздействие на водную фауну. С помощью отбора проб, инициируемого событием, было показано, что кратковременное (около 1 часа) загрязнение потока химикатами оказывает сильное негативное воздействие на сообщество водных макробеспозвоночных: восемь видов из одиннадцати, обитающих на изучаемом участке, исчезли с началом применения инсектицидов в среднем на 3-6 месяцев, хотя их жизненные циклы включают гораздо более длительные стадии. Сравнение событий стока с загрязнением пестицидами и без него подтверждает решающую важность поступающих агрохимикатов для наблюдаемых эффектов. Учитывая все эти факты, можно сделать вывод, что использование сельскохозяйственных инсектицидов может играть важную роль в динамике сообществ макробеспозвоночных в сельскохозяйственных потоках.

В работе [7] авторы провели биологическую оценку структуры макробеспозвоночных в реке Салинас центральной Калифорнии, которая является подверженной сточным водам с пахотных земель. Результаты показали, что вода реки ниже по течению от сельскохозяйственного дренажа чрезвычайно токсична для рачков вида *Ceriodaphnia*, а токсичность для этого вида тесно коррелирует с концентрацией хлорпирифоса и диазинона. Более того, самая низкая численность всех макробеспозвоночных была измерена на станции, демонстрирующей наибольшую токсичность водной толщи и отложений, а также самые высокие концентрации пестицидов. Результаты этого исследования также показывают, что загрязнение пестицидами является вероятной причиной сублетальных эффектов у сообществ макробеспозвоночных, что ведет к их мутации в поведении или снижении биоразнообразия.

Существует множество исследований, посвящённых влиянию пестицидов на макробеспозвоночных, которые подтверждают негативные последствия этого загрязнения для экосистем. Все они охватывают широкий диапазон аспектов, включая токсичность различных пестицидов, изменения в структуре сообществ, а также влияние на экосистемные функции. Однако важно отметить, что с

развитием технологий и методов исследования появляются новые тренды, которые могут значительно улучшить понимание этого вопроса.

Для выявления тематической структуры ключевых слов и определения существующих и будущих актуальных тем для изучения был построен двумерный график в пакете *bibliometrix* программного обеспечения RStudio (рис. 2).

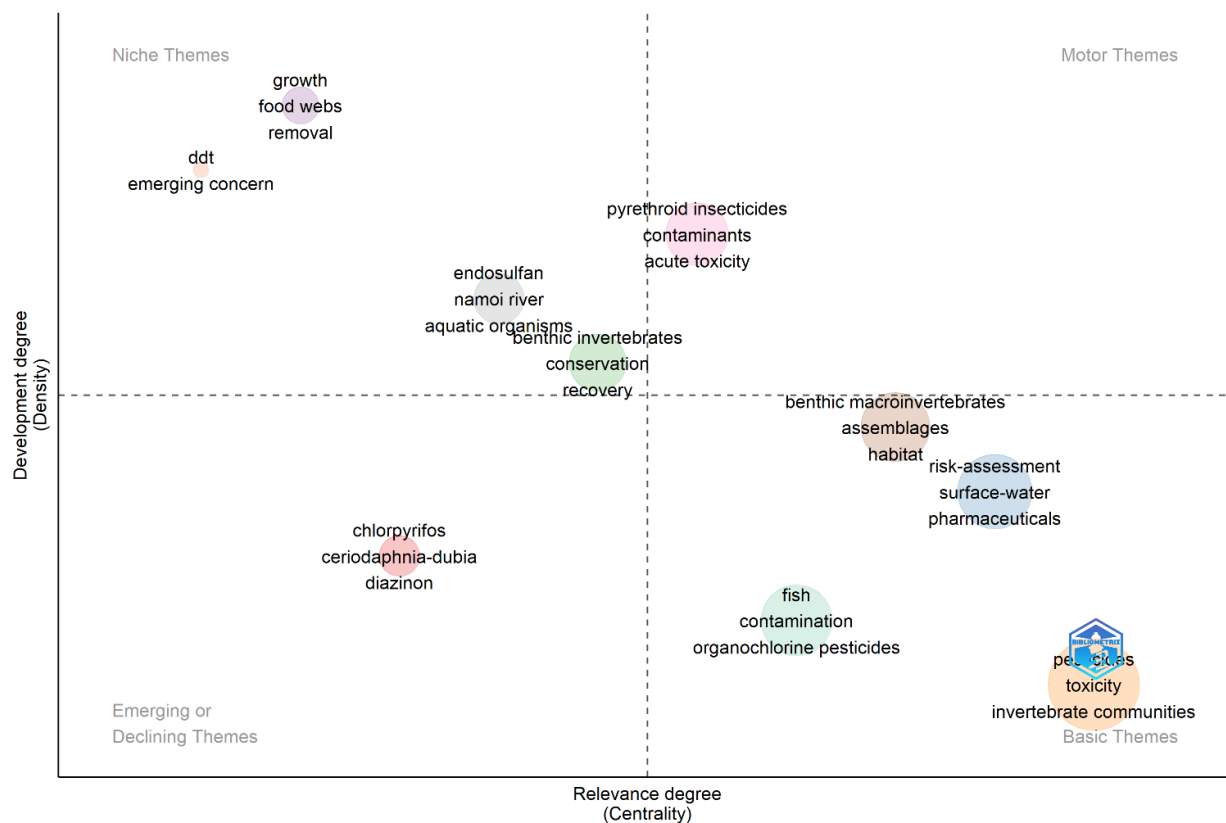


Рис. 2. Концептуальная тематическая карта, основанная на ключевых словах авторов

Карта состоит из четырех квадрантов, центральность в которых подразумевает большой объем работы по определенной теме, а плотность означает её важность. Верхний правый квадрант отражает темы, которые способны влиять на исследовательскую область и хорошо проработаны. В данную зону попали следующие ключевые слова: «пиретроидные инсектициды», «загрязняющие вещества», «острая токсичность». Актуальность данных тем объясняется с точки зрения негативного воздействия вышеописанного вида пестицида. Верхний левый квадрант включает в себя темы, которые хорошо развиты, но не способны влиять на другие темы. По темам, представленным в этом секторе, было проделано меньше работы, однако они имеют потенциал на будущее исследование. В эту зону входят такие ключевые слова, как «ДДТ», «возникающие проблемы», «рост», «пищевые цепи», «удаление», «эндосульфан», «водные организмы», «донные беспозвоночные», «сохранение»,

«восстановление». Нижний правый квадрант представляет основную тему, которая показывает темы, являющимися сквозными и способными влиять на другие темы, но слабо укоренившимися внутри. Сюда входят: «донные макробеспозвоночные», «сообщества», «среда обитания», «оценка риска», «поверхностные воды», «фармацевтические препараты», «рыба», «загрязнение», «хлорорганические пестициды», «пестициды», токсичность», «сообщества беспозвоночных». Наконец, нижний левый квадрант с низкими значениями по обеим осям выделяет темы, которые появляются, развиваются или приходят в упадок: «хлорпирифос», «цериодафния-дубия», «диазинон».

Благодаря данной тематической карте можно увидеть, что ранее в исследованиях был сделан упор на изучении влияния пиретроидных инсектицидов на макробеспозвоночных. Темы исследований, отдельно касающихся хлорпирифоса и диазинона, которые так же являются инсектицидами, были актуальны ранее, однако и на данный момент они набирают большую популярность, так как эти виды пестицидов являются крайне устойчивыми в водной среде, из-за чего ученые ведут дальнейшую работу в изучении их токсических свойств на таксономическое богатство макробеспозвоночных.

Таким образом, согласно проделанному обзору литературных данных на основе международной базы данных Web of Science при помощи пакета bibliometrix программного обеспечения RStudio, можно сделать вывод об актуальности исследований воздействия остаточных концентраций пестицидов на макробеспозвоночных – наблюдается явное увеличение количества публикаций. Помимо вышесказанного, согласно тематической карте, было выяснено, что пиретроидные инсектициды являются наиболее изученными среди исследователей, в число которых входят такие виды, как диазинон и хлорпирифос, которые только набирают свою актуальность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Deknock, A. Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas river basin (Ecuador) // *Science of the Total Environment*. 2019. № 646. Pp. 996-1008.
2. Market Estimates Pesticides Industry Sales EPA US Environmental Protection Agency. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.epa.gov/pesticides/pesticides-industry-sales-and-usage-2008-2012-market-estimates>. Дата обращения: 04.05.2024.
3. Nkwoji J.A. Impact of hypoxia on the community structure of benthic macroinvertebrates of Lagos Lagoon Nigeria // *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2016. № 20 (1). Pp. 121-130.

4. Глушановский А.В. Библиометрический анализ качества массива российских публикаций в области физики из БД Web of Science Core Collection // Библиосфера. 2020. № 2. С. 49-60.
5. Калистратов Д.С. Роль наукометрических и библиографических баз данных в сферах науки и образования // Педагогический журнал. 2019. Том 9. № 1А. С. 87-94.
6. Schulz R., M. Liess. A field study of the effects of agriculturally derived insecticide input on stream macroinvertebrate dynamics // Aquatic Toxicology. 1999. № 46 (3-4). Pp. 155-176.
7. Anderson B.S. Integrated assessment of the impacts of agricultural drainwater in the Salinas River (California, USA) // Environmental Pollution. 2003. № 124 (3). Pp. 523-532.

© Скуратова П.Н., Мусина С.А., 2024

УДК 543.544-414

Нафикова Э.В., Александров Д.В., Тюрин М.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: mikhailtyurin@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ БИОУГЛЯ И МИКОРИЗЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Аннотация. В статье представлена технология получения сорбента для очистки почвы от нефтепродуктов, составными элементами которой является биоуголь и микориза. Биоуголь изготавливается из отходов лесохозяйственного производства, таких как опилки, древесная стружка и щепка. После этого биоуголь смешивается с измельченной и высушенной арбускулярной микоризой. Данный подход обеспечивает значительное повышение эффективности микробиологического восстановления загрязненной почвы нефтепродуктами.

Ключевые слова: биоуголь, микориза, нефтезагрязнения, очистка почвы, сорбент

Nafikova E. V., Alexandrov D. V., Tyurin M. A.
Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF A SORBENT BASED ON BIOCHAR AND MYCORRHIZA FOR THE REMOVAL OF OIL POLLUTION

Abstract. The article presents a technology for obtaining a sorbent for soil purification from petroleum products, the constituent elements of which are biochar and mycorrhiza. Bio coal is made from waste from forestry production, such as sawdust, wood shavings and wood chips. After that, the bio-coal is mixed with crushed and dried arbuscular mycorrhiza. This approach provides a significant increase in the efficiency of microbiological restoration of contaminated soil with petroleum products.

Keywords: biochar, mycorrhiza, oil pollution, soil purification, sorbent

Загрязнение почвы нефтяными и нефтепродуктами представляет собой одну из наиболее серьезных экологических проблем современности, требуя применения эффективных и безопасных для экологии методов очистки. Данное загрязнение вызывает разрушение экосистем: страдает структура почвенных биоценозов, уничтожаются микроорганизмы, а также испытывают отравление химическими веществами насекомые, животные и птицы. Это, в свою очередь, приводит к нарушению естественного баланса и снижению биоразнообразия в затронутых районах.

С учетом этой проблемы, в последние годы возрастает интерес к разработке сорбентов, которые способны не только удалять углеводороды из почвы, но и способствовать восстановлению природных экосистем, минимизируя тем самым долгосрочный вред для окружающей среды. Актуальность применения сорбентов для ликвидации нефтезагрязнений основана на необходимости очистки почвы и водоемов, загрязненных отходами нефтяной и химической промышленности. Физико-химические методы, включая сорбционные, являются действенными для устранения загрязнений на небольших площадях. При этом важно учитывать такие параметры, как тип загрязненной поверхности, характер загрязнения и физико-химические свойства сорбентов. Разработка новых фосфатных сорбентов и их модификация могут значительно улучшить технологические характеристики, что крайне важно для эффективного устранения разливов нефти и нефтепродуктов. Также рассматривается возможность создания фосфатного биосорбента с использованием микроорганизмов, что может способствовать биодеструкции загрязняющих веществ с образованием безопасных продуктов [1].

Согласно годовым отчетам Ростехнадзора [2], в период с 2022 по 2010 годы

на объектах магистрального трубопроводного транспорта было зарегистрировано 144 аварии, что подчеркивает актуальность и серьезность проблемы загрязнения окружающей среды (рис. 1).

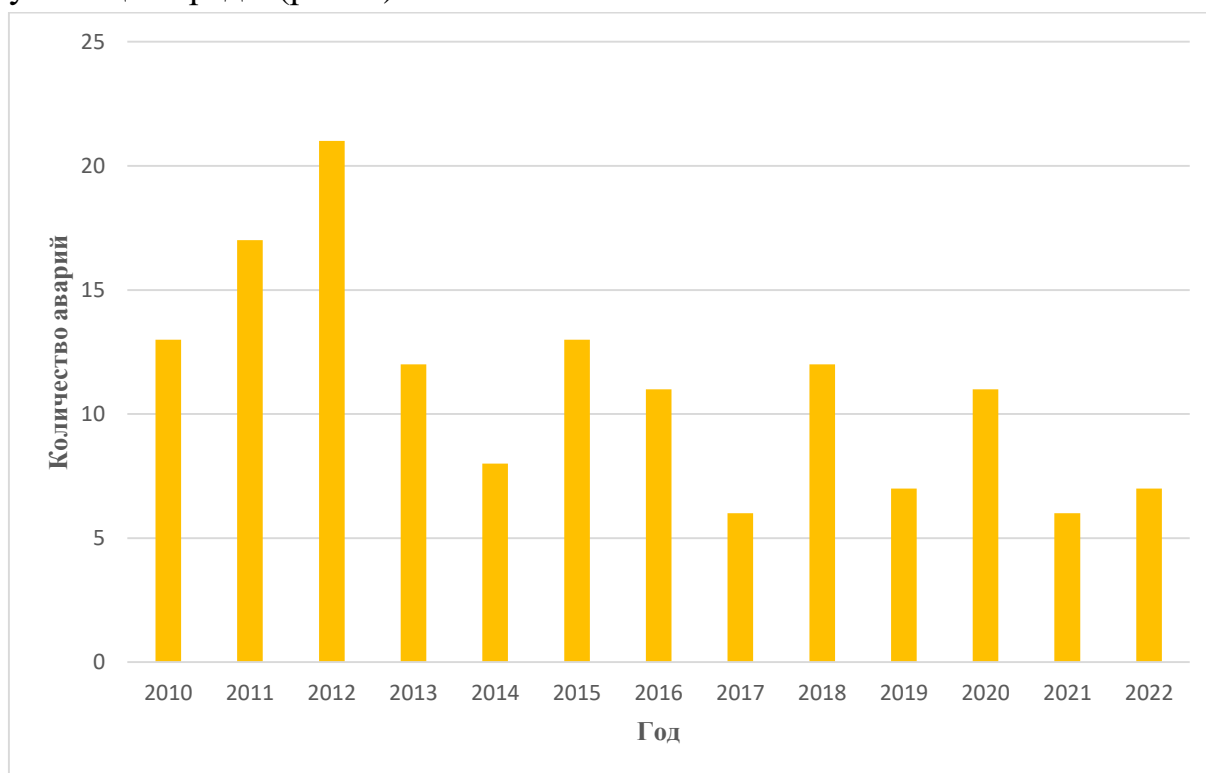


Рис. 1. Статистика аварий на магистральных трубопроводах России за 2010-2022 гг.

Анализ данных гистограммы показывает, что количество аварий на магистральных трубопроводах в период с 2010 по 2022 год имеет тенденцию к снижению.

Перспективным направлением в области очистки почвы от нефти и нефтепродуктов является создание сорбентов на растительной основе, которые не требуют их удаления из почвы после мероприятий восстановления [3]. Одним из таких материалов является биоуголь и микориза, которые могут способствовать не только очистке, но и восстановлению экосистем, тем самым снижая негативные последствия от возможных аварий на трубопроводах.

Биоуголь эффективно применяют для абсорбции и устранения нефтепроизводных, тяжелых металлов, химикатов и иного рода загрязнителей в почве, воде и атмосфере. Он обладает разнообразными возможностями использования и может выступать в роли биопрепарата для растений или удобрения.

Микориза представляет собой органическое удобрение, состоящее из грибов, которые образуют симбиотические связи с корнями растений [4].

Технология включает пиролиз исходного сырья при температуре 750°С с последующим измельчением биоугля и его смешиванием с измельченной арбускулярной микоризой для повышения эффективности микробиологического восстановления почвы. В результате образуется легкий черный остаток, богатый углеродом и золой [5].

Основные преимущества нового метода – использование доступного сырья, простота технологии и низкий углеродный след при производстве.

Ключевая особенность данного метода заключается в использовании биоугля, который создается из растительных отходов и обладает сорбционными свойствами, и микоризы в качестве добавки. Микориза обеспечивает важное влияние на микробиологическое восстановление почвы, стабилизируя её структуру, улучшая аэрацию и увеличивая влагозадерживающие способности. Микоризные грибы проникают в почву на глубину до 1 метра, что обеспечивает растениям доступ к питательным веществам.

Биоуголь, благодаря своим адсорбционным свойствам, улучшает физико-химические характеристики почвы: увеличивает рН, катионообменную емкость и содержание катионов, а также способствует росту биомассы растений. Кроме того, он снижает эрозию почвы на 50%.

Эффективность нового сорбента была подтверждена лабораторными испытаниями. При очистке нефтезагрязненной почвы сорбент создал благоприятную среду для роста растений даже при высоких концентрациях нефти (до 10 масс. %). В контрольных образцах без сорбента растения при таком загрязнении не выросли [4].

Использование сорбента для восстановления нарушенного почвенного покрова не только способствует росту растений, но и ведет к увеличению общей биомассы. Это также наблюдается и в случае длины корневой системы растений, которая увеличивается почти в два раза благодаря наличию микоризы в сорбенте, что укрепляет корни.

Измерения биомассы растений показали схожую динамику с показателями их всхожести. При повышении концентрации нефти наблюдается снижение биомассы, однако применение сорбента способствует её значительному увеличению [6].

Таким образом, новый метод позволяет получить эффективный сорбент из доступного растительного сырья по простой технологии для восстановления нефтезагрязненных почв. Изобретение имеет хорошие перспективы для практического применения в области экологической безопасности, а также для коммерческого внедрения в Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карапетян К.Г., Дорош И.В., Згонник П.В., Коршунов А.Д., Перина А.И. Сорбенты на основе вспененного фосфатного стекла для сбора нефтепродуктов с загрязнённых почв и водных поверхностей // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2024. Т. 335. № 8. С. 227–240.
2. Отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2010-2022 гг. URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (дата обращения: 18.09.2024).
3. Кострюкова Н.В., Мельникова А.С., Платонова А.М. Анализ сорбирующих характеристик модифицированного отхода сахарного производства // Вестник НЦБЖД. 2022. № 3 (53). С. 108-116.
4. Хайретдинова В.Р., Нафикова Э.В., Александров Д.В. Совершенствование методов рекультивации нефтезагрязненных почв с применением биоугля и микоризы // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2024. Т. 20. № 2. С. 69-72.
5. Патент № 2801148 РФ. Способ получения сорбента из биоугля и микоризы для очистки почвы от нефтезагрязнений: № 202213513: заявл. 29.12.2022: опубл. 02.08.2023 / Э.В. Нафикова, Д.В. Александров, А.Ф. Шаниязова, А.Н. Сидорова.
6. Александров Д.В., Нафикова Э.В., Шаниязова А.Ф. Эффективность применения биоугля и микоризы в восстановлении нефтезагрязненных почв // Вестник Евразийской науки. 2024. Т 16. № 2. URL: <https://esj.today/PDF/07NZVN224.pdf> (дата обращения: 17.09.2024).

© Нафикова Э.В., Александров Д.В., Тюрин М.А., 2024

УДК 623.746

Нурутдинов А.А.¹, Ямалетдинова К.Ш.², Тагиров И.И.¹

¹Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация

²Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Российская Федерация

e-mail: dodger86@yandex.ru

ОБНАРУЖЕНИЕ УТЕЧЕК НА ОБЪЕКТАХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация. В эпоху технологического прогресса защита инфраструктуры магистральных трубопроводов относится к первостепенным задачам, направленным на снижение рисков чрезвычайных происшествий и ограничение

потенциальных убытков. Один из подходов к обнаружению утечек предусматривает использование многоспектральных коротковолновых инфракрасных датчиков (SWIR) на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА). Данный подход обеспечивает сокращение затрат на закупку, установку и обслуживание оборудования, а также снижает общие эксплуатационные расходы. Однако, необходимость в специализированном обучении персонала для управления БПЛА является значимым фактором, который следует учитывать при выборе этого метода.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, инфракрасные датчики, магистральные трубопроводы, нефть, безопасность, утечки

Nurutdinov A.A.¹, Yamaletdinova K.Sh.², Tagirov I.I.¹

¹Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

²Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russian Federation

DETECTION OF LEAKS AT MAIN PIPELINE FACILITIES USING UNMANNED AERIAL VEHICLES

Abstract. In the era of technological progress, the protection of the infrastructure of main pipelines is one of the primary tasks aimed at reducing the risks of emergencies and limiting potential losses. One of the promising approaches to leak detection is the use of multispectral shortwave infrared (SWIR) sensors on unmanned aerial vehicles (UAVs). This approach reduces the cost of purchasing, installing and maintaining equipment, as well as reduces overall operating costs. However, the need for specialized training of personnel to control UAVs is a significant factor that should be taken into account when choosing this method.

Keywords: unmanned aerial vehicles, infrared sensors, main pipelines, oil, safety, leaks

Интерес к безопасности магистральных трубопроводов повышается по мере увеличения их значения в перемещении различных ресурсов, в том числе тех, что представляют угрозу. Исследование случаев аварий позволяет выявить источники рисков и становится ключом к созданию действенных мер по исключению аналогичных происшествий в дальнейшем.

Неисправности на этих объектах могут не только нарушить бесперебойность поставок нефти и газа, но и вызвать значительный урон экономике, поскольку это влечет за собой остановку поставок энергоресурсов в широком масштабе, охватывающем значительные территории.

Современные методы обнаружения утечек на магистральных трубопроводах сталкиваются с рядом технических и экономических ограничений, таких как сложность доступа к местам потенциальных утечек, необходимость регулярного технического обслуживания и высокая стоимость оборудования. В связи с этим

возникает потребность в разработке и внедрении новых эффективных технологий мониторинга.

Можно выделить внешние и внутренние методы мониторинга состояния трубопроводов. Внешние методы включают оборудование, установленное вне трубопровода, для активного обнаружения утечек жидкостей. Они позволяют проводить измерения в режиме реального времени, например, с помощью волоконно-оптических кабелей, проложенных вблизи трубопровода для обнаружения утечек жидкости, или оптического дистанционного зондирования для обнаружения выбросов газов в атмосферу.

Внутренние методы мониторинга основаны на специализированных моделях или алгоритмах, необходимых для непрерывного отслеживания критических параметров системы трубопроводов в реальном времени, включая давление, температуру и скорость потока. Эти параметры фиксируются средствами измерительной техники, например, расходомерами и датчиками давления, которые регистрируют колебания этих величин в разных точках системы. Применяется методика, основанная на сравнении заранее рассчитанного и реально измеренного поведения в моменты очистки определенных участков. Один из простых и эффективных методов базируется на изучении волн отрицательного давления, вырабатывая результаты на основе этих параметров. Этот метод экономически эффективен и при правильной предварительной обработке и анализе данных может определить величину и местоположение утечки с достаточной точностью и практически в реальном времени, что обеспечивает непрерывный мониторинг и интеграцию с системой диспетчерского управления и сбора данных (SCADA). Методы, основанные на использовании волны отрицательного давления, учитывают как соблюдение баланса материала, так и данные о давлении для обнаружения утечек. Когда происходит утечка, жидкость отводится из закрытой сети. Это приводит к расхождению в материальном балансе сети, которое может быть использовано для предупреждения о возможном возникновении утечки.

В настоящее время для обнаружения утечек газа применяются различные методы, включая акустические, оптические и тепловые. Однако эти методы имеют свои ограничения, например, зависимость от погодных условий. Один из подходов к обнаружению утечек предусматривает использование многоспектральных коротковолновых инфракрасных датчиков (SWIR) на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) [1-3].

Для выявленных аномалий определяется точное местоположение. Используются данные GPS и временные метки полета БПЛА для расчета координат утечки. Процесс включает анализ временной задержки отраженных

сигналов для точной локализации источника утечки.

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика затрат на внедрение и эксплуатацию системы мониторинга с использованием БПЛА и ИК-камер.

Таблица 1

Сравнение стационарных камер и датчиков с системой ИК-камер, установленных на БПЛА

Затраты	Традиционные методы (стационарные камеры и датчики)	Система с БПЛА и ИК-камерами
Закупка оборудования	Высокие (несколько камер вдоль всего трубопровода)	Средние (несколько БПЛА и ИК-камер)
Установка	Длительная и дорогая (много точек установки)	Быстрая и менее затратная
Обслуживание	Высокие (периодическое обслуживание всех камер и датчиков)	Низкие (обслуживание БПЛА и ИК-камер)
Обучение персонала	Средние	Высокие (специализированное обучение для управления БПЛА)
Общие эксплуатационные затраты	Высокие	Средние

Таким образом, можно сделать вывод, что опережающее выявление и профилактика утечек и незаконных вмешательств в структуру магистральных трубопроводов представляют собой основополагающий аспект для гарантии их безаварийного функционирования и долговечности. В этом контексте, ключевым аспектом является развитие и применение передовых технологических решений для устранения подобных инцидентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прохоров А.В., Носков И.В. Мониторинг магистральных нефте-газопроводов при помощи беспилотных летательных аппаратов // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 6. URL: <https://esj.today/PDF/40NZVN622.pdf>
2. Feng Duo, Dai Jinmeng, Cao Yuxiang, Zhang Liyao. InGaAsBi photodetector of the near-infrared range // Journal of infrared and millimeter waves. 2023. № 42. P. 468-475.
3. Thomas S., Johannes H., Armin L., Eric M., Jonas S., and Jürgen W. Methane leak detection by tunable laser spectroscopy and mid-infrared imaging // Appl. Opt. 2021. № 60. P. 68-75.

2.2. РАЦИОНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

УДК 612.396.172

Елизарьева Е.Н.

Уфимский университет науки и технологий, г.Уфа, Российская Федерация
e-mail: elizareva_en@mail.ru

ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ХИТИНА И ХИТОЗАНА

Аннотация. В работе проведен анализ природных источников получения хитина и его производного хитозана. Выделены три основных источника: ракообразные, грибы и насекомые. Показано, что от вида сырья зависит не только выход конечного продукта, но и свойства получаемого хитозана.

Ключевые слова: хитин, хитозан, ракообразные, грибы, насекомые

Elizareva E.N.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

NATURAL SOURCES OF CHITIN AND CHITOSAN

Abstract. The paper analyzes natural sources of chitin and its derivative chitosan. Three main sources are identified: crustaceans, fungi and insects. It has been shown that the type of raw material determines not only the yield of the final product, but also the properties of the resulting chitosan.

Keywords: chitin, chitosan, crustaceans, fungi, insects

Хитин (природный полисахарид) широко используется в бумажном, текстильном, косметическом, фармацевтическом производствах, в медицине, сельском хозяйстве, биотехнологии и др. Широкое применение хитозана связано с его уникальными сорбционными свойствами, а также способностью к усилению коагуляции различных веществ, в частности крови, что делает возможным его использование в качестве гемостатического средства при мероприятиях оказания первой помощи в случаях травм, сопровождающихся различной степенью потери крови.

Хитин широко распространен в природе как структурообразующий материал в основном у ракообразных-краба, креветки, криля, насекомых и грибов.

С каждым годом спрос на хитозан в мире растет. Наибольшее количество хитозана производится в Китае, Японии и Южной Кореи. Небольшие производственные мощности имеются в странах третьего мира (Вьетнам, Таиланд, Бразилия). Несмотря на наличие сырьевых ресурсов, Россия пока не входит в число крупных производителей хитозана.

Свойства хитина, а, следовательно, и хитозана зависят не только от способов получения, но и от качества исходного сырья, места его добычи, кормовой базы и др. Также, от первоначального содержания в сырье хитина зависит и масса получаемого хитозана после обработки. На сегодняшний день имеется большое количество научных публикаций, в которых представлены результаты различных исследований по содержанию хитина и выходу хитозана.

Janos Vetter определял и сопоставлял содержание хитина в шляпках и ножках плодовых тел грибов *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* и *Lentinula edodes* (шиитаке), взятых из крупных хозяйств Венгрии и Германии. Аналитическая процедура проводилась на порошке очищенных, высушенных и измельченных шляпок и ножек. Уровни хитина в шляпках и ножках были практически одинаковыми (для *A. bisporus* 6,68% и 7,25%), но показали существенные различия для *P. ostreatus* (3,31%) и *L. edodes* (5,36%). У последних двух видов содержание хитина было выше в шляпке, а в ножке - ниже. Представленные данные подтверждают, что гриб-сапротроф *A. bisporus* имел более высокий уровень хитина, чем *P. ostreatus*, *L. Edodes* [1].

В работе V. Ghormade, и E.K. Pathan рассматривалась потенциальная масса выхода хитина из грибов *Absidia coerulea*, *Gongronella butleri*, *Mucor rouxii*, *Rhizopus oryzae* после обработки. Были получены следующие данные: содержание хитина в *Absidia coerulea* составило 30-110 г/кг от сухой массы исходного сырья, 40–138 г/кг от сухой массы *Gongronella butleri*, 60–77 г/кг в *Mucor rouxii* и 58 г/кг в *Rhizopus oryzae*. Грибной хитозан показал в 5 раз меньшую вязкость, а также молекулярную массу, более высокий процент степени диацетилирования [2].

Исследование K. John Kasongo было направлено на экстракцию и характеристику хитина и хитозана из биомассы гриба *Termitomyces titanicus* путем погружения ее в раствор гидроксида натрия с последующим деацетилированием в основной среде с использованием полного двухуровневого факторного плана для получения хитозан в виде остатка. Полученный хитозан охарактеризовали методами основного кондуктиметрического титрования и вискозиметрии для определения степени деацетилирования и средней молекулярной массы соответственно. Экстракцию хитина проводили при следующих условиях эксплуатации: размер частиц менее 2,5 мм; время гидролиза 120 мин; концентрация раствора NaOH 3М; и температура 100 °С. Выход экстракции хитина составил 38,04%, степень деацетилирования хитозана 69,50%, характеристическая вязкость 0,6822 дл/г, средневискозиметрическая молекулярная масса 985,88 кДа. Таким образом, это исследование показывает, что вид грибов под названием *T. titanicus* может служить альтернативным источником хитина и хитозана [3].

В исследовании F. Hisham и M.H. Maziat Akmal хитин и хитозан были извлечены из панциря креветок посредством двухэтапной кислотной и щелочной обработки. Панцирь креветок депротеинизировали 1 М гидроксидом натрия и деминерализовали 1%, 2%, 3%, 4% и 5% соляной кислоты соответственно. Полученный хитин охарактеризовали методами инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) и сканирующей электронной микроскопии полевой эмиссии (FESEM). FTIR показало, что хитин, экстрагированный из панциря креветок, находился в изоморфной форме α -хитина. Было обнаружено, что морфология поверхности хитина увеличивается с увеличением концентрации кислоты. Хитозановую пленку со стержневидной микроструктурой получали при растворении в 2% уксусной кислоте. Показано, что этим химическим путем успешно получают хитозан со степенью диацетилирования 65% [4].

В статье Prajwal Battampara представлены свойства хитина и хитозана из куколок тутового шелкопряда и яичной скорлупы по сравнению с коммерчески доступным хитозаном. Обезжиренные и депротеинированные куколки и раковины были деминерализованы, а затем деацетилированы с образованием хитозана. Были изучены термическое поведение, физическая структура, антимикробная активность и способность поддерживать прикрепление и рост клеток. Хитин и хитозан как куколок, так и раковин имели сходную структуру и состав. Кристалличность хитозана куколок составила 48% по сравнению с 38% хитозана яичной скорлупы. Хитозан тутового шелкопряда показал значительно более высокую антибактериальную и противогрибковую активность по сравнению со стандартом. Клетки были жизнеспособны в присутствии куколок и хитозана яичной скорлупы во всех протестированных концентрациях. На основании этих наблюдений можно сделать вывод, что куколки и панцири тутового шелкопряда являются возобновляемым и устойчивым источником хитозана со свойствами, подходящими для пищевых и медицинских целей [5].

В исследовании F.Z. Aboudamia и M. Kharroubi представлена характеристика хитозана, полученного в результате реакции деацетилирования из чешуи сардины (*S. pilchardus*). Экстрагированную β -форму хитина подвергали деацетилированию в 40%-ном растворе NaOH при 121 °C в течение 20 мин. Химическая структура полученного хитозана была охарактеризована на основе инфракрасной спектроскопии с Фурье-преобразованием (FTIR), порошковой рентгеновской дифракции (XRD), сканирующего электронного микроскопа (SEM) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS). Определены также физико-химические свойства полученного хитозана, такие как зольность, влажность, азот, растворимость, молекулярная масса, жирность и водосвязывающая способность. По результатам FTIR и рентгеноструктурного

анализа степень деацетилирования (DDA) и значение кристаллического индекса (CrI) полученного хитозана составляют соответственно около 87% и 95%. Физико-химический анализ показал, что содержание золы, влаги и азота в полученном хитозане были соответственно около 0,10, 0,34 и 7% [6].

Dandan Cui и Jin Yang в своей работе рассматривали отходы креветок-богомолов (*Oratosquilla oratoria*) в качестве источника хитина. Была оценена применимость органических кислот и протеаз, активированных микроволновым излучением, для экстракции хитина из отходов панциря креветок-богомолов, а экстрагированный хитин охарактеризован методами SEM, FTIR и TGA. Выходы депротенизации и деминерализации составили 92,78 и 94,11% соответственно, выход хитина – 15,6%. Экстрагированный хитин имел высокопористую структуру и демонстрировал превосходную кристалличность и термостабильность по сравнению с хитином, полученным традиционными химическими методами [7].

В работе Lise Soetemans и Maarten Uyttebroek хитин собирали и экстрагировали на разных стадиях жизненного цикла черной солдатской мухи (личинки, предкуколки, куколки, мухи, линька и коконы). Содержание хитина в собранной биомассе колебалось от 8% до 24%, причем наиболее богаты хитином линька и коконы. Очищенный хитин подвергали физико-химической оценке на основе FTIR, XRD и TGA. Данные показали, что хитин представляет собой α -хитин с профилями FTIR, близко соответствующими хитину креветок и демонстрирующим некоторые различия по сравнению с хитином загона кальмаров (β -хитин). Хитин предкуколок и коконов был более кристаллическим, тогда как хитин личинок и отбросов имел более низкую температуру термического разложения. Дальнейшая обработка хитозаном показала, что степень деацетилирования 89% может быть получена для всех образцов через 3 часа [8].

Таким образом, сравнительный анализ результатов исследований по получению хитинсодержащего сырья из природных источников, показал, что от вида сырья зависит не только выход конечного продукта, но и свойства получаемого хитозана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Janos Vetter. Chitin content of cultivated mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes* // *Food Chemistry*. 2020. Vol. 102. P. 6-9.
2. Ghormade V., Pathan E.K. Deshpande M.V. Can fungi compete with marine sources for chitosan production // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017. Vol. 104. P. 1415-1421.

3. John Kasongo. Extraction and characterization of chitin and chitosan from *Termitomyces titanicus* // SN Appl. 2020.
4. Hisham F., Maziati M.H., Ahmad F.B., Kartini Ahmad. Facile extraction of chitin and chitosan from shrimp shell // *Materials Today: Proceedings*. 2021. Vol. 42.
5. Prajwal Battampara, Nimisha Sathish, Roopa Reddy, Vijaykumar Guna. Properties of chitin and chitosan extracted from silkworm pupae and egg shells // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020. Vol. 161. P. 1296-1304.
6. Lise Soetemans, Maarten Uyttebroek, Leen Bastiaens, Characteristics of chitin extracted from black soldier fly in different life stages // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020. Vol. 165. P. 3206-3214.
7. Dandan Cui, Jin Yang, Bosi Lu, Lansheng Deng, Hong Shen, Extraction and characterization of chitin from *Oratosquilla oratoria* shell waste and its application in *Brassica campestris* L.ssp // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2022. Vol.198. P. 204-213.
8. Aboudamia F.Z., Kharroubi M., Hanoune S., Bouchdoug M. Potential of discarded sardine scales (*Sardina pilchardus*) as chitosan sources // *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2020. (11). P. 1186-1197.

© Елизарьева Е.Н., 2024

2.3. ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ

УДК 621.039

Апанасюк О.Н., Скоробогатов А.М.

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
e-mail: aon@ibrae.ac.ru

СОЗДАНИЕ РЕПОЗИТОРИЯ АРХИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЕПАРТАМЕНТА ФИНАНСОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ, СВЯЗАННЫХ С ПРЕОДОЛЕНИЕМ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ В 1990-1993 ГГ.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования хранящихся в фонде государственного архива Калужской области Р-3449 «Департамент финансов Калужской области» документов, связанных с проведением работ по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Калужской области в 1990–1993 гг. В результате выполненной работы создан электронный архив – репозиторий файлов документов, относящихся к ликвидации последствий чернобыльской аварии в Калужской области в 1990–1993 гг.

Ключевые слова: государственный архив, репозиторий документов, радиоактивное загрязнение, авария на Чернобыльской АЭС, Калужская область, ¹³⁷Cs

Apanasyuk O.N., Skorobogatov A.M.

Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

CREATION OF A REPOSITORY OF ARCHIVAL FINANCIAL DOCUMENTS ON OVERCOMING THE CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL ACCIDENT IN THE KALUGA REGION IN 1990-1993

Abstract. The article presents the results of a study of documents stored in the fund of the State Archive of the Kaluga region R-3449 "Department of Finance of the Kaluga region" related to the work to overcome the consequences of the Chernobyl accident in the Kaluga region in 1990–1993. As a result of the work performed, an electronic archive was created – a repository of document files related to the liquidation of the consequences of the Chernobyl accident in the Kaluga region in 1990–1993.

Key words: state archive, document repository, database, radioactive contamination, Chernobyl accident, Kaluga region, ¹³⁷Cs

В результате аварии, произошедшая 26 апреля 1986 г. на Чернобыльской

АЭС (ЧАЭС), в Российской Федерации в наибольшей степени подверглись радиационному загрязнению территории Брянской, Тульской, Орловской и Калужской областей [1].

Территория Калужской области в результате аварии на ЧАЭС на 13 % (общей площадью более 4 000 км²) была подвержена радиоактивному загрязнению свыше 1 Ки/км², где проживало свыше 100 тыс. человек [2].

Наибольшему загрязнению ¹³⁷Cs подверглись территории Жиздринского, Хвастовичского и Ульяновского районов.

Значительная часть загрязненных территорий относилась к землям сельскохозяйственного назначения, на которых велось активное агропромышленное производство. Площади сельхозугодий, подвергшихся загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, составили 146 тыс. га. За прошедшие после аварии на ЧАЭС 38 лет радиационная обстановка значительно улучшилась. В результате распада ¹³⁷Cs площадь загрязненных сельскохозяйственных угодий в Калужской области сократилась более чем на 34 % [3]. Благодаря своевременным контрмерам вся производимая сельскохозяйственная продукция в основном соответствовала установленным нормативам [4].

В соответствии с Законом [5] на территории Калужской области установлено два типа зон радиоактивного загрязнения: зона проживания с правом на отселение (ЗПО) (5-15 Ки/км²) и зона проживания с льготным социально-экономическим статусом (ЗЛС) (1-5 Ки/км²). В 1991 г. в ЗПО находились 134 населенных пунктов (16,6 тыс. человек), в ЗЛС – 352 населенных пунктов (86,2 тыс. человек) [6].

В рамках проведения мероприятий федеральной целевой программы «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года» было проведено исследование документов, посвященных мерам по преодолению последствий чернобыльской аварии в 1990-1993 гг., хранящихся в фондах Государственного казенного учреждения Калужской области «Государственный архив Калужской области» (ГКУ «ГАКО»).

В результате изучения фонда ГКУ «ГАКО» Р-3449 «Департамент финансов Калужской области» отобраны документы, связанные с преодолением последствий аварии на ЧАЭС в 1990-1993 гг. по Калужской области. Выполнено их сканирование (в PDF-формате) и создан репозиторий документов фонда ГКУ «ГАКО» Р-3449, сводная таблица которого представлена в таблице.

Таблица 1

Репозиторий документов фонда ГКУ «ГАКО» Р-3449 (1990–1993 гг.)

№ фонда	№ описи	№ дела	Количество документов	Количество листов, всего	Годы документов
Р-3449	6	680	4	25	1990
Р-3449	6	830	2	7	1991-1992
Р-3449	6	833	3	4	1991
Р-3449	6	1166	1	5	1990
Р-3449	6	1171	1	3	1990
Р-3449	6	1194	5	33	1991
Р-3449	6	1202	4	24	1991-1993
Р-3449	6	1228	4	16	1992-1993
Р-3449	6	1249	1	1	1993
Всего:			25	118	

Перечень документов фонда ГКУ «ГАКО» Р-3449 1990–1993 гг.:

постановления: «О льготах для лиц, работающих в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС»; «Об утверждении перечня населенных пунктов, в которых вводятся повышенные тарифные ставки (должностные оклады) и другие льготы» (1990 г.) (Там же. Д. 680. 25 л. б/н.);

техническое задание на работу «Разработка научно-практических мер по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в агропромышленном комплексе на территории южных районов Калужской области»; отчет об использовании средств, выделенных на реализацию программы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (сводный и районов) за 1991–1992 гг. (1991–1992 гг.) (Там же. Д. 830. 4 л. б/н.);

письма: об открытии счета для выплаты льгот лицам, работающим в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению; разъяснение о надбавках к заработной плате работников предприятий и организаций на территориях, загрязненных в результате чернобыльской аварии; о ежемесячных выплатах в населенных пунктах Калужской области, включая Людиновский район (1991 г.) (Там же. Д. 833. 4 л. б/н.);

перечень населенных пунктов, в которых вводятся повышенные тарифные ставки (должностные оклады) и другие льготы. Территории населенных пунктов с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 1 до 5 Ки/км² (1990 г.) (Там же. Д. 1166. 5 л. б/н.);

краткая экономическая характеристика районов РСФСР, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС (Брянская, Калужская, Орловская, Тульская области) (1990 г.) (Там же. Д. 1171. 3 л. б/н.);

решения: «О ходе выполнения решения облисполкома от 30.05.90 г. № 218 «О первоочередных мерах по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС на территории Калужской области»; «О заболеваемости и диспансеризации населения, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС в Жиздринском, Ульяновском, Хвостовичском районах»; распоряжение о доведении до сведения Указа Президента РСФСР № 119 от 13.09.91 г. «О мерах по усилению работ, направленных на преодоление последствий чернобыльской катастрофы»; перечень населенных пунктов Калужской области, расположенных на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs более 1 Ки/км², по состоянию на 01.02.1991 года; решение «О государственной программе по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на территории РСФСР на 1990–1995 гг.» (1991 г.) (ГКУ «ГАКО» Ф. Р-3449. Оп. 6. Д. 1194. 27 л. б/н.);

областная программа «Дети Чернобыля» на 1993–1995 гг.; о выплате компенсаций гражданам, выехавшим до 28 мая 1991 г. из населенных пунктов с частичным ограничением потребления молока и других продуктов местного производства (компенсации не выплачиваются); разъяснения порядка применения Закона РСФСР «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»; статья «Льготы чернобыльцам» в газете Консультация «Труда» от 22.04.92 г. (1991-1993 гг.) (Там же. Д. 1202. 24 л. б/н.);

«Перечень (1993 год) районов, сельских Советов и населенных пунктов Калужской области, в которых уровень радиоактивного загрязнения почвы в результате аварии на Чернобыльской АЭС составляет соответственно 1–5 и 5–15 Ки/км²; «Список населенных пунктов Калужской области, где ожидаемая средняя эффективная доза у жителей в 1991 году, обусловленная аварией на Чернобыльской АЭС, превышает 1 мЗв (0,1 бэр); о дополнительном перечне населенных пунктов, пострадавших от чернобыльской катастрофы (1992 г.) (Там же. Д. 1228. 16 л. б/н.);

распоряжение о включении в Перечень населенных пунктов, относящихся к территориям радиоактивного загрязнения, утвержденных распоряжением Правительства РСФСР от 28.12.91 года № 237–р, населенных пунктов ЗЛС Калужской области (1993 г.) (Там же. Д. 1249. Л. 60).

Структура репозитория. Отсканированные документы (в PDF-формате) – файлы репозитория были сгруппированы по каталогам (папкам) фондов в следующей иерархии: фонд/опись/дело.

Наименования файлов репозитория представлено символьной строкой в следующем виде:

{FFFFFF}_{OO}_{DDDD}_{LLL[+LLL-LLL+LLL]}_{GGGG[-GGGG]}.pdf,

где

{FFFFFF} – номер фонда в Государственном архиве;

{OO} – номер описи в фонде;

{DDDD} – номер дела в описи фонда;

{LLL[+LLL-LLL+LLL+LLLob+LLLbn]} – номер листа в деле, номера листов через дефис или через символ «+», номер обратной стороны листа с приставкой символа «ob» и/или количество листов без номеров с приставкой символа «bn» через символ «+»;

{GGGG[-GGGG]} – год/годы создания документа(ов).

Пример наименования файла репозитория: Ф. Р-3449. Оп. 6. Д. 1202.. 24 л. б/н. – имя файла: Р-3449_6_1202_24bn_1990-1993.pdf.

Созданный репозиторий файлов документов фонда ГКУ «ГАКО» Р-3449 «Департамент финансов Калужской области» (1990–1993 гг.) входит в состав БД [7] и межведомственной информационной системы по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий [8].

Выводы. В фонде ГКУ «ГАКО» Р-3449 «Департамент финансов Калужской области» проведены поиск, анализ, отбор и сканирование документов, связанных с ликвидацией последствий чернобыльской аварии в Калужской области в 1990–1993 гг. На основании электронных копий документов фонда Р-3449 создан репозиторий архивных документов (включая копии в PDF-формате 25 документов на 118 листах), содержащий сведения, относящихся к ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в Калужской области в 1990-1993 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернобыль. Пять трудных лет. Сборник материалов о работах по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986–1990 гг. / под общей редакцией Ю.В. Сивинцева, В.А. Качалова. М.: ИздАТ, 1992. 384 с. Режим доступа: https://elib.biblioatom.ru/text/chernobyl-pyat-trudnyh-let_1992/p0/. Дата обращения: 22.05.2024.
2. Проблемы смягчения последствий Чернобыльской катастрофы / Материалы международного семинара. Ч. 1: под ред.: Р.М. Алексахина, В.Ф. Кириллова, П.В. Раицаева и А.Ф. Цыба // Россия, Брянск, 1993. 158 с. EDN: VPPBXO.
3. Финогенов А.А., Ткачев В.А., Локшин А.М. Российский национальный доклад: 35 лет чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий

в России. 1986-2021 / под общ. ред. Л.А. Большова. М.: Академ-Принт, 2021. 104 с. EDN: **UBYFPY**.

4. Алексахин Р.М., Санжарова Н.И., Панов А.В. Реабилитационные мероприятия в агропромышленном комплексе как основа социально-экономического развития территорий, подвергшихся воздействию аварии на Чернобыльской АЭС // Вестник РАСХН. 2009. № 6. С. 28-30. EDN: **KYQWMZ**.

5. Закон РФ от 15.05.1991 № 1244–1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» // Гарант. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/185213/?ysclid=1wch5zybmw296481279>. Дата обращения: 18.05.2024.

6. Скоробогатов А.М., Герменчук М.Г., Симонов А.В. Об установлении границ зон радиоактивного загрязнения в результате крупных радиационных аварий. Сообщение I. Ретроспективный анализ опыта зонирования при аварии на ЧАЭС // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2017. Т. 62. № 5. С. 11-20. EDN: **ZTSXMH**.

7. Апанасюк О.Н., Скоробогатов А.М., Буланцева Т.А. Создание репозитория и базы данных документов по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Брянской области в 1986-1993 гг. // XXI век. Техносферная безопасность. 2023. Т. 8. № 1. С. 27-47. EDN: **QLPKYT**.

8. Скоробогатов А.М., Апанасюк О.Н., Буланцева Т.А. Опыт создания межведомственной информационной системы по вопросам преодоления последствий радиационных аварий // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие (Санкт-Петербург, Август 2021). № AUG-298. Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2021. С. 319-324. EDN: **DYLKTC**.

© Апанасюк О.Н., Скоробогатов А.М., 2024

УДК 351.814.2

Данилов А.Д.

Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: antionie@mail.ru

ОПЫТ БОРЬБЫ С АВИАЦИОННЫМ ШУМОМ

Аннотация. Проведен анализ воздействия авиационного шума на население и авиационный персонал, а также методы его снижения.

Ключевые слова: авиационный шум, воздушное судно, территория аэропорта, аэродром, жилая зона

Danilov A.D.

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

AVIATION NOISE CONTROL EXPERIENCE

Abstract. An analysis of the aircraft noise impact on the population and aviation personnel, as well as methods for its reduction, was carried out

Key words: aviation noise, aircraft, airport territory, aerodrome, residential district

Шумовое загрязнение – одна из насущных проблем жизнедеятельности человека. В современном мире человек окружен множеством источников шума – от обыкновенных бытовых приборов до сложных технических систем, как, например, воздушное судно.

По статистике, основанной на количестве жалоб граждан, наибольшее воздействие на население оказывает автомобильный транспорт (см. Рисунок) по данным [1].

Шум от воздушного транспорта – предмет рассмотрения в данной статье – составляет от общего числа жалоб только 4% наравне с железнодорожным. Но важно учитывать еще и уровни звука, которые генерируют виды транспорта. Например, автомобильный транспорт, в зависимости от категории, способен развивать уровни шума от 70 до 90 дБ. Железнодорожный состав в непосредственной близости производит до 130 дБ, а уже на расстоянии 7 м от колеи звук снижается до 95-100 дБ.

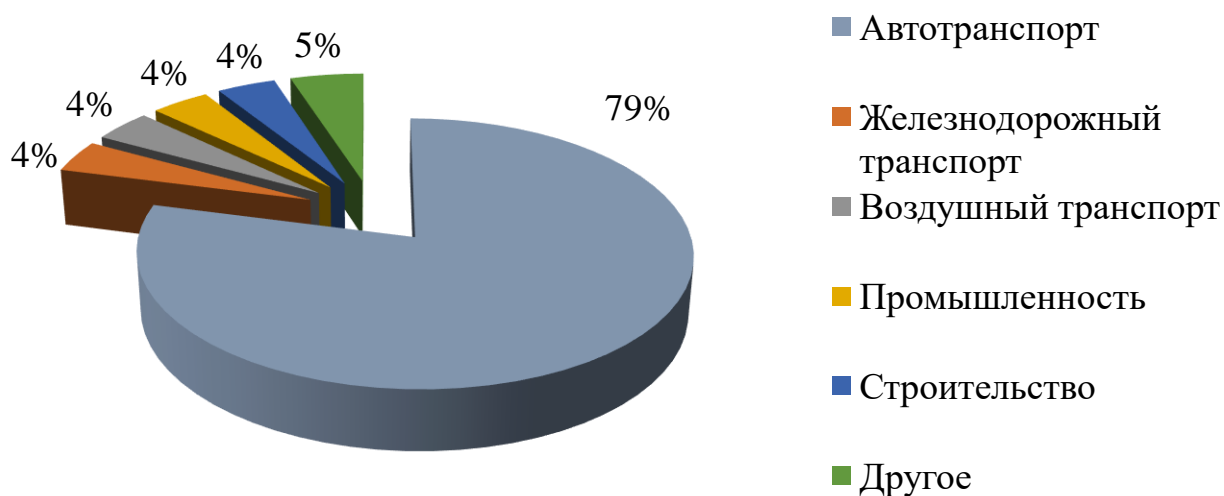


Рис. 1. Количество жалоб населения на различные источники шума по данным Норвежского агентства по климату и загрязнению окружающей среды (ныне – Норвежское агентство по охране окружающей среды)

У реактивного самолета уровни звукового давления доходят до 160 дБ, что превышает болевой порог человека и может привести к разрыву барабанной перепонки. Конечно, никто рядом со взлетающим самолетом не стоит, но авиационный персонал, который находится неподалеку от взлетно-посадочной полосы, ощущает высокий уровень шума, который негативно сказывается на состоянии здоровья работников.

Население, проживающее вблизи аэропортов, не менее, чем авиационный персонал, подвержено негативному влиянию авиационного шума. Примерно 3 % населения – а это около 4,4 млн. человек – подвержено значительному воздействию авиационного шума, а численность граждан, которые находятся под уровнями шума, превышающих предельно допустимые уровни, составляет приблизительно 1,5 млн. человек. Общая площадь территорий, находящаяся под этим воздействием, составляет приблизительно 6 тыс. км² [2]. В радиусе около 2 км от аэропорта шум на селитебной территории доходит до 80 дБ днем, 78 дБ – ночью, тогда как допустимые эквивалентные уровни звука по ГОСТ 22283-14 [3] не должны превышать 55 дБ и 45 дБ в дневное и ночное время соответственно. У граждан появляется высокий риск развития болезней и патологий, среди которых можно перечислить такие, как повышенная раздражительность, тревожность, чувство страха, повышение артериального давления, боль в ушах, ухудшение памяти, сонливость и т.п.

Авиационный шум как для населения вблизи аэропорта, так и для его работников и пассажиров является серьезной современной экологической проблемой [4, 5]. С ним борются по разным направлениям. Прежде всего создаются новые относительно менее шумные воздушные суда (ВС) [6]. Одним из них являются конструктивные методы снижения шума, куда входят: 1) создание новых малошумных двигателей; 2) совершенствование старых типов двигателей. Эти методы включают определенные решения такие, как увеличение двухконтурности двигателя и числа двигателей на воздушном судне, акустическая обработка силовой установки и т.п. Однако это требует длительного времени ввода в эксплуатацию такой современной авиатехники.

Эксплуатационные методы борьбы с шумом основаны на деятельности аэропорта и включают в себя следующие мероприятия: выбор времени полетов (в особенности ночью), определение направления взлета и посадки, установление режимов малошумного взлета, использование буксировочных транспортных средств вместо руления воздушного судна по ВПП в режиме малого газа и прочее.

Следующие методы борьбы – строительно-акустические. Они связаны с отделением жилых зон от мест с повышенной шумленностью, разработкой специальной планировки зданий, использованием шумозащитных конструкций и ограждений, напр., зеленые насаждения, использование звукопоглощающих стеклопакетов и т.д. Сюда можно отнести и запрет на строительство жилых районов вблизи аэропортов в местах, где превышены допустимые уровни звука по ГОСТ 22283-14 [3], а также перенос аэропорта или жилой застройки, но такие мероприятия достаточно дорогие, и в условиях рыночной экономики они могут быть не доступными.

На территории аэропорта для защиты инженерно-технического состава (ИТС) используют средства коллективной защиты (СКЗ) – это еще один из методов борьбы с авиационным шумом. Они еще называются аэродромными средствами коллективной защиты (АСКЗ). В эту группу методов относят такие защитные конструкции, как аэродромные шумозащитные помещения, которые должны снижать шум в помещении не менее, чем на 30 дБ; аэродромные глушители реактивной струи; акустические экраны и т.п. Авиационный персонал при наличии всевозможных АСКЗ должен быть оснащен средствами индивидуальной защиты (СИЗ) от шума – звукозащитными наушниками, вкладышами, шлемами. Они должны снижать шум не ниже, чем на 15-20 дБ.

Четыре вышеперечисленных метода борьбы в настоящее время являются основными.

В дополнение к строительно-акустическим мероприятиям можно отнести установление приаэродромной территории (ПАТ) аэропорта с включенными в нее

функциональными подзонами [7]. Эта территория является зоной с особыми условиями использования, т.е. на нее накладываются ограничения землепользования в соответствии с земельным, градостроительным, санитарно-эпидемиологическим законодательствами.

Приаэродромная территория включает в себя семь подзон.

Первая и вторая подзоны предназначены исключительно для инфраструктуры аэропорта – организации воздушного движения, выполнения полетов, авиатопливообеспечения, перевозки пассажиров, технического обслуживания ВС и т.п.

В третьей подзоне ограничено строительство зданий и сооружений по высоте.

Четвертая подзона – размещение объектов обслуживания воздушного движения, связи и навигации, размещенных вне первой подзоны.

Пятая подзона – запрет на эксплуатацию опасных производственных объектов, способных снизить уровень безопасности полетов.

В шестой подзоне запрещены полигоны и несанкционированные свалки ТБО, привлекающие птиц, что опасно для полетов.

В седьмой подзоне устанавливается ограничение использования территорий вследствие снижения воздействия негативных факторов физической природы на население.

Данная подзона делится на две зоны:

- зона 7.1, где существуют ограничения строительства и должны выполняться санитарно-гигиенические требования по фактору шум;
- зона 7.2, где запрещено любое строительство жилых зданий из-за несоответствия требований по шуму.

С установлением седьмой подзоны возникают трудности – если ее увеличивать, то увеличивается и ограничение землепользования, что может привести к уплате штрафов оператором аэропорта; если ее уменьшать, то снизится интенсивность полетов, особенно в ночное время. Исходя из этого, очень тяжело построить оптимальные контуры седьмой подзоны и ее двух зон, чтобы оператор аэропорта не понес убытки за необоснованное ограничение землепользования и снижение интенсивности полетов и чтобы не снижалось качество жизни населения, подпадающего под эти ограничения. Поэтому в Воздушном кодексе [5] предусмотрена возможность установления приаэродромной территории сначала с первой по шестую подзоны, а на обоснование седьмой отводится год. К этой деятельности могут привлекаться частные сертифицированные организации в сфере измерений и мониторинга авиационного шума, например, Общество с ограниченной ответственностью

«Центр экологической безопасности гражданской авиации» (ООО «ЦЭБ ГА»). В частности, оно регулярно проводит обоснование границ седьмой подзоны аэропортов.

Снижение негативного влияния воздушного транспорта по фактору воздействия шума на население – важная экологическая проблема. Подход к её решению должен быть совокупным – это и борьба в источнике, и правильная организация воздушного движения с учетом санитарно-гигиенических требований, а также градостроительная деятельность, учитывающая распространение авиационного шума в пространстве и т.д. Применение этих методов в совокупности улучшают качество жизни граждан нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Helene A, Klæboe R. A Nordic Perspective on Noise Reduction at the Source. Report 806/2005. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=3894>. Дата обращения 15.05.2024.
2. Цыплухина Ю.В., Манченко Е.В. Воздействие авиационного шума на здоровье населения // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. Т. 1–1(7). С. 356-360.
3. ГОСТ 22283–2014. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения. М.: Стандартинформ, 2015. 15 с.
4. Николайкин Н.И. Экология / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. 8-е изд. М.: «Академия», 2012. 576 с.
5. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 №60-ФЗ (в ред. от 30.01.2024) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=467928#h697> Дата обращения 17.05.2024.
6. Мельников Б.Н., Большунов Ю.А., Николайкин Н.И. Перспективы создания малозумных самолетов гражданской авиации // Безопасность в техносфере. 2010. № 2. С. 32-37.
7. Картышев О.А., Николайкин Н.И. Проекты санитарно-защитных зон аэропортов, аэродромов, вертодромов и посадочных площадок как основа оценки соответствия их деятельности экологическим требованиям // Научный вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20. № 4. С. 146-155.

© Данилов А.Д., 2024

УДК 502.5

Галина Э.И., Насырова Э.С.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: nasyrova.es@ugatu.su

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация: Приведены основные аспекты проектирования санитарно-защитных зон промышленных предприятий. Рассмотрены некоторые проблемы при проектировании СЗЗ. Установлено, что разработка проекта СЗЗ является основой для обеспечения экологической безопасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, проект санитарно-защитной зоны, экологическое законодательство

Galina E.I., Nasyrova E.S.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

MODERN ASPECTS OF DESIGN OF SANITARY PROTECTION ZONES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Abstract. The basic aspects of design of sanitary protection zones of industrial enterprises are given. Some problems in the design of sanitary protection zones are considered. It is established that the development of the SPZ project is the basis for ensuring environmental safety of the object.

Keywords: environmental safety, sanitary protection zone design, environmental legislation

В нынешнем мире техносфера включает в себя все технические и техногенные объекты, существование которых направлено на обеспечение жизнедеятельности человека. Однако насыщение урбанизированной территории такими объектами предъявляет к ним требования обеспечения безопасности, в том числе для населения, проживающего рядом [1-3].

Для защиты населения от негативного воздействия промышленных предприятий проектируется санитарно-защитная зона (СЗЗ). Ее проектирование выполняется на всех этапах разработки градостроительной документации, реконструкции и эксплуатации промышленных объектов.

Целью установления СЗЗ является выявление и учет воздействия негативных факторов на окружающую среду и здоровье человека от промышленных предприятий. В соответствии с Земельным Кодексом РФ СЗЗ включены в состав земель промышленного и иного специального назначения для

обеспечения безопасности и создания необходимых условий эксплуатации объектов промышленности, транспортных объектов. В Градостроительном кодексе РФ санитарно-защитные зоны определены как зоны с особыми условиями использования территорий, границы которой отображаются на картах территориального планирования. Также границы СЗЗ обязательно отображаются на картах городского зонирования, которая является неотъемлемой частью правил землепользования и застройки (рис. 1).



Рис. 1. Отображение границ СЗЗ на публичной кадастровой карте

Цель разработки проекта СЗЗ состоит в том, чтобы с помощью расчетного метода доказать, что предлагаемый размер зоны достаточен для эксплуатации промышленного объекта урбанизированной территории без негативного воздействия окружающей среде и здоровью населения [4]. В случае если объект уже эксплуатируется проводят мониторинг негативных факторов. Любое предприятие может уменьшить размер СЗЗ – разница лишь в том, что размер предприятий I и II классов опасности согласовывается в Федеральной службе Роспотребнадзора по Москве, а для других классов опасности – в территориальном управлении Роспотребнадзора.

Санитарно-защитная зона предприятия разрабатывается в соответствии СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 и Постановлением Правительства РФ № 222 от

03.03.2018 г. В соответствии с вышеуказанным СанПиН СЗЗ подразделяют на пять классов опасности, каждому из которых соответствует свой ориентировочный размер: для предприятий I класса – 1000 м, II – 500 м, III – 300 м, IV – 100 м и V – 50 м.

Основными этапами разработки проекта СЗЗ являются:

1. Разработка самого проекта СЗЗ.
2. Получение экспертного заключения на проектную документацию.
3. Разработка лабораторных исследований и графического описания местоположения границ.
4. Получение санитарно-эпидемиологического заключения.
5. Получение положительного решения на установление СЗЗ.
6. Внесение границ СЗЗ в ЕГРН.

Цифровые данные должны содержать картографическую и описательную информацию. Исходный источник для получения информации для разработки проекта СЗЗ должен быть официальным. В проекте приводится описание источника, способ получения информации, федеральные и местные системы координат, способы совмещения данных.

Проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы проекта СЗЗ – необходимое условие контроля качества выполнения проекта и служит основанием для признания документов соответствующими или несоответствующими требованиям СанПиН.

Одним из важнейших аспектов при проектировании СЗЗ является категория земель, входящих в границы зоны. В связи с этим возникает множество проблем для строящихся объектов:

- земельные участки не разграничены окончательно, идет процесс межевания, отсутствует утвержденная документация по планировке территории, не завершен процесс оформления прав на участки, заключения договоров аренды и т.д. к тому моменту, когда проект СЗЗ уже необходимо нести на экспертизу, что означает несоответствие требованиям Правил № 222 и п. 3.3 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03;

- категория земельного участка, входящего в территорию промышленной площадки, или вид его разрешенного использования не соответствует заявленной деятельности объекта, который планируют строить;

- в границах СЗЗ объекта находятся земли, категория которых относится к сельскохозяйственным или иным землям, размещение которых запрещено в границах СЗЗ согласно п. 5 Правил № 222.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка проекта СЗЗ является основой для обеспечения экологической безопасности промышленных объектов и

его перспективного развития. Она позволяет установить ясные и четкие правила и требования по организации работы объекта с учетом экологических и других социально-экономических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gordeev V., Nasyrova E., Elizaryev A., Fazylova A., Kamaeva E. Hazard assessment of hot water boiler at thermal power plant // E3S Web of Conferences. International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2023. 2023. С. 07041.
2. Titova T., Akhtyamov R., Nasyrova E., Elizaryev A. Methodical approaches for durability assessment of engineering structures in cold regions // Transportation Soil Engineering in Cold Regions. Proceedings of TRANSOILCOLD 2019. (Series: Lecture Notes in Civil Engineering, volume 49). Singapore, 2020. С. 473-478.
3. Лонгобарди А., Елизарьев А.Н., Насырова Э.С., Елизарьева Е.Н., Кияшко Л.Ю., Кабанов К.Ю. Распространение свалочного фильтрата в грунтовые воды // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 2. С. 36-43.
4. Ломтев А. Ю. и др. Особенности санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов санитарно-защитных зон // Здоровье населения и среда обитания. 2014. №. 10 (259). С. 53-56.

© Галина Э.И., Насырова Э.С., 2024

2.4. ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 641.1

Белецан С.А., Доронкина И.Г.

Российский государственный университет туризма и сервиса, дп. Черкизово,
Городской округ Пушкинский, Московская обл., Российская Федерация
e-mail: dora1096@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЗЕЛеноЙ ХИМИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация: В данной статье рассматриваются новые и экологически чистые методы извлечения загрязняющих веществ из образцов пищевых продуктов. В рамках исследования были рассмотрены методы экстракции и новые растворители в соответствии с принципами зеленой химии. По результатам исследования выделены перспективные направления развития технологий зеленой химии для анализа пищевых продуктов.

Ключевые слова: зеленая химия, анализ продуктов питания, экстракция, зеленые растворители

Beletsan S.A., Doronkina I.G.

Russian State University of Tourism and Service, dp. Cherkizovo, Urban district
Pushkinsky, Moscow region, Russian Federation

THE APPLICATION OF GREEN CHEMISTRY TECHNIQUES FOR THE ANALYSIS OF FOOD

Abstract: This article examines novel and eco-friendly techniques for extracting contaminants from food samples. The study scrutinized extraction techniques and novel solvents in accordance with the principles of green chemistry. The study identified promising directions for the development of green chemistry technologies for food analysis.

Key words: green chemistry, food analysis, extraction, green solvents

Проблемы, связанные с безопасностью и качеством продуктов питания, являются серьезной угрозой для здоровья. Глобализация и развитие пищевой промышленности привели не только к появлению новых продуктов и ингредиентов, но и к расширению рисков, связанных с употреблением продуктов с небезопасным составом. Различные добавки используются для сохранения свойств продуктов, увеличения срока годности и обеспечения соответствия стандартам качества и доступной цены. Консерванты, красители и ароматизаторы – это только некоторые из соединений, которые преднамеренно добавляются в

состав пищевых продуктов с целью достичь этих целей. Недобросовестные производители незаконно добавляют чрезмерное количество вредных пищевых добавок, такие как остатки лекарств, тяжелых металлов, пестицидов и аллергены, в состав пищевых продуктов. Такие добавки могут обладать канцерогенными, нейротоксическими, цитотоксическими и другими нежелательными эффектами [1].

Критериями опасности и токсичности добавок служат показатели допустимого суточного потребления и отсутствия наблюдаемых побочных эффектов. Значение оценки безопасности и качества пищевых продуктов велико, и поэтому требуются быстрые, чувствительные, селективные, доступные и эффективные аналитические сенсорные инструменты для анализа элементов, угрожающих безопасности и качеству пищевых продуктов. Одним из наиболее серьезных ограничений получения чувствительных, точных и достоверных результатов является сложность матриц образцов пищевых продуктов. Основная цель процесса подготовки проб, который обычно включает этапы отбора проб, экстракции и очистки, заключается в извлечении и концентрации аналита из пищевой матрицы. На данный момент существует несколько методов подготовки проб, таких как твердофазная микроэкстракция, жидкофазная микроэкстракция, дисперсионная твердофазная экстракция и другие. При выборе метода исследования, исследователи учитывают его особенности, преимущества, недостатки, свойства целевого образца и аналита. В последние годы комбинирование хроматографического анализа с спектрометрическими и электрохимическими методами стало наиболее популярным в анализе пищевых продуктов. Эти методы успешно применяются для обнаружения аналитов, которые могут представлять угрозу безопасности и качеству пищевых продуктов, так как они обладают высокой чувствительностью и селективностью. В конечном счете, исследователи выбирают наиболее подходящий метод в зависимости от целевых аналитов, целей и типов образцов с целью обеспечения безопасности пищевых продуктов.

Сегодняшний анализ также уделяет большое внимание таким параметрам, как отсутствие нанесения ущерба окружающей среде, минимизация использования химикатов, сокращение числа используемых образцов и экологическая составляющая. Загрязнение окружающей среды является серьезной проблемой по всему миру, и поэтому эти моменты становятся все более важными. Зеленая аналитическая химия стала особенно актуальной. При подготовке образцов в рамках зеленой аналитической химии, главной целью является работа с пробами без какой-либо предварительной обработки. Однако сложные характеристики образцов и наличие аналитов в низких концентрациях делают

процесс предварительной обработки незаменимым. В этом случае наиболее практичным решением будет минимизация использования опасных растворителей и отходов, отказ от одноразовых пластиковых изделий и замена органических растворителей экологически чистыми альтернативами, такими как ионные жидкости, супрамолекулярные растворители и другие.

Аналиты в пищевых продуктах распределены случайным образом, что создает сложные гетерогенные матрицы. Поэтому анализ пищевых продуктов требует отбора проб, их гомогенизации и подготовки для повышения точности и достоверности результатов. Обычно образцы готовят путем гомогенизации, разбавления, фильтрации, экстракции и очистки. Эффективная подготовка образцов устраняет влияние матрицы и обеспечивает предварительную концентрацию аналитов, тем самым улучшая их чувствительность, селективность и общую производительность. В последнее время ученые активно разрабатывают новые методологии или модернизируют традиционные [2, 3]. Некоторые методы позволяют одновременно удалять нежелательные вещества и извлекать целевые аналиты, возможна также интеграция процессов экстракции и концентрирования. Таким образом, все существующие методы подготовки зеленых проб можно разделить на три основные группы по их характеристикам: жидкостная экстракция, твердофазная экстракция и газовая экстракция (рис. 1).

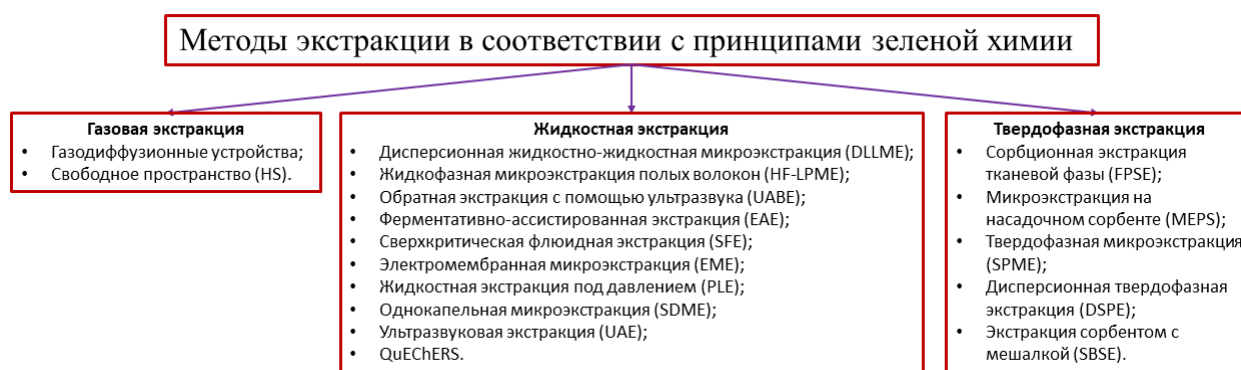


Рис. 1. Методы экстракции в соответствии с принципами зеленой химии

В последние годы альтернативные растворители становятся все более популярными в использовании для подготовки проб. Они представляют собой замену высокотоксичным, летучим и легко воспламеняющимся органическим растворителям. Ионные жидкости представляют собой привлекательную альтернативу традиционным органическим экстракционным растворителям. Глубокоэвтектические растворители – это новое поколение растворителей, которые синтезируются путем комбинирования акцепторов и доноров водородной связи с образованием эвтектических смесей, плавящихся при более низкой

температуре, чем чистые эвтектические растворители. Глубокоэвтектические растворители обладают регулируемой растворимостью в органических растворителях, низким давлением паров, высокой проводимостью и термической стабильностью, подобно ионным жидкостям [4]. При этом они менее токсичны, более биоразлагаемы и обладают высокой биосовместимостью, так как большинство организмов способно метаболизировать их. Кроме того, они могут быть повторно использованы и переработаны. Глубокоэвтектические растворители способны заменить органические растворители в упомянутых выше методах экстракции. Основная цель этих новых растворителей заключается в замене органических растворителей и переходе к более экологичным методам экстракции. Таким образом, комбинирование передовых методов экологически чистой экстракции с новым классом растворителей показали большое преимущество перед традиционными методами в сокращении использовании органических растворителей и времени. Безопасность пищевых продуктов может быть достигнута путем эффективной подготовки образцов для анализа с использованием соответствующего аналитического прибора.

В заключение отметим перспективы для дальнейшего развития и использования некоторых упомянутых технологий. Метод твердофазной микроэкстракции без использования растворителей предлагает значительные преимущества в упрощении экспериментальной процедуры, уменьшении количества требуемых реагентов и времени анализа, а также соответствие требованиям зеленой химии. Однако основной задачей является разработка высокоспецифичных и эффективных покрытий для волокон, и новые методы этой техники требуют дальнейшего развития и применения. С другой стороны, в ближайшее время ожидается увеличение комбинированного использования двух методов экстракции для повышения эффективности извлечения. Новый метод пробоподготовки, названный матричной твердофазной дисперсией с микровысаливанием, был разработан Чжаном и его коллегами [5]. Он объединяет принципы матричной твердофазной дисперсии и гомогенной жидкостно-жидкостной экстракции, обеспечивая преимущества в экономии времени, труда и растворителей. Кроме того, использование новых зеленых растворителей открывает новые возможности для применения этого метода в различных областях.

Реализация принципов зеленой аналитической химии с учетом баланса между экологичностью аналитического процесса и его потенциальной функциональностью, а также полезностью данного метода является важной задачей. Наконец, следует отметить, что в будущем будут разработаны более усовершенствованные и эффективные методы подготовки проб для

высококочувствительных аналитических методов, предназначенных для определения микроэлементов. Технологические достижения в области разработки оборудования, особенно в промышленном масштабе, будут продолжать способствовать применению этих подходов во все большем количестве областей. Кроме того, более глубокое понимание механизмов, лежащих в основе данных подходов, окажется решающим фактором для их успешного применения в качестве доступных и экологически безопасных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Carochо M. Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives // *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2014. Т. 13. №. 4. С. 377-399.
2. López-Lorente Á.I. The ten principles of green sample preparation // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2022. Т. 148. С. 116530.
3. Wojnowski W. AGREEprep–Analytical greenness metric for sample preparation // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2022. Т. 149. С. 116553.
4. Wu K.. Research progress on the preparation and action mechanism of natural deep eutectic solvents and their application in food // *Foods*. 2022. Т. 11. №. 21. С. 3528.
5. Zhang J. Micro salting-out assisted matrix solid-phase dispersion: A simple and fast sample preparation method for the analysis of bisphenol contaminants in bee pollen // *Molecules*. 2021. Т. 26. №. 8. С. 2350.

©Белецан С.А., Доронкина И.Г., 2024

УДК 621.357

Квятковская А.С., Сабурова Ю.Б., Мюллер В.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: Saburova.yb@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ НИКЕЛЬ-КОБАЛЬТОВЫХ ШЛАМОВ ПУТЕМ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Аннотация. Шламы электрохимических производств представляют опасность для окружающей среды, в связи с этим рассматривается возможность удаления токсичных ионов металлов из отходов. Утилизация никель – кобальтового шлама методом электрохимического восстановления никеля и кобальта на платиновых электродах. Таким образом восстановленные металлы можно возвращать в техногенный цикл

Ключевые слова: шлам, никель, кобальт, электролиз

Kvyatkovskaya A.S., Saburova Yu.B., Muller V.A.
Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF UTILIZATION OF NICKEL-COBALT SLUDGE BY EXTRACTION OF METALLIC NICKEL AND COBALT BY ELECTROLYSIS

Abstract. Sludge from electrochemical industries poses a danger to the environment, and in this regard, the possibility of removing toxic metal ions from waste is being considered. Utilization of nickel – cobalt sludge by electrochemical reduction of nickel and cobalt on platinum electrodes. Thus, the recovered metals can be returned to the man-made cycle

Key words: sludge, nickel, cobalt, electrolysis

Пристальное внимание к проблемам окружающей человека среды не случайно. Экологическая обстановка продолжает ухудшаться. Электрохимические производства являются одним из источников загрязнения окружающей среды твердыми отходами и высокотоксичными сточными водами.

Известно, что в процессе работы электрохимического станка в электролите накапливается значительное количество продуктов анодного растворения сплавов. В процессе электрохимической обработки (ЭХО) деталей из никель-кобальтовых сплавов в растворах солей хлорида и нитрата натрия такие основные компоненты сплава как никель, кобальт, железо, титан, алюминий, медь при ионизации переходят в раствор и связываются в нерастворимые гидроксиды и основные соли, образуя шламы. При остром дефиците в промышленности никеля и кобальта, извлечение из шламов после ЭХО более выгодно, чем переработка руд [1-4].

Цель работы: извлечение никеля и кобальта из шламов, полученных при электрохимической обработке (ЭХО) никель-кобальтовых сплавов с помощью электролиза на платиновых катодах, а так же исследование возможности использования этих металлов в качестве вторичных материальных ресурсов. Объектом исследования в работе являлся никель – кобальтовый шлам, образовавшийся после ЭХО сплава. Исходный шлам имел консистенцию суспензии.

Для извлечения данных металлов из шламов изучался метод электролиза. В данной работе изучалась возможность одновременного восстановления никеля и кобальта на катодах разной природы (платина и графит). Однако восстановление каждого элемента по отдельности возможно при соответствующих для каждого металла значениях силы тока.

Электролиз никеля и кобальта проводили из раствора, полученного после предварительной подготовки шлама: растворение и отделение из фильтрата гидроксидов железа, алюминия, титана при помощи водного раствора аммиака. Полученный раствор синего цвета нагревали до 60⁰С, добавляли 15мл аммиака (1:1) и 3 г сульфата аммония. Электролиз вели на платиновом электроде при силе тока 2,99А, напряжении 5В в течение 30 мин. до полного обесцвечивания раствора и отрицательных качественных реакций на никель и кобальт [5]. На катоде получили ровный светло-серый осадок весом 1400 мг. Количество никеля и кобальта в электролите определялось фотоколориметрическим методом. Результаты аналитических исследований на содержание никеля и кобальта в растворе до электролиза и после представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание никеля и кобальта в растворе до и после электролиза

Элементы	Количество в растворе до электролиза, мг	Количество в растворе после электролиза, мг
Никель	1071	3,54
Кобальт	408	0,03
Никель+Кобальт	1479	3,57

Выявлено, что в процессе электролиза, проведенного в данных условиях, практически весь никель и кобальт восстанавливаются из раствора на платиновом катоде. Осадок кобальта и никеля с платинового катода удаляли растворением первого в азотной кислоте (1:1) при нагревании. Осадок удаляется легко и быстро. Суммарный выход металлов составил 94,7±0,5%.

Исследовалась возможность катодного осаждения никеля и кобальта из аммиачного раствора их солей с использованием графитового электрода. Электролиз вели при силе тока 2,99 А, напряжении 12 В. Исследования показали, что за 1 час электролиза весь никель из раствора высаживается на графитовый катод в виде дендритных наростов. Анод в процессе электролиза частично расслаивается и осыпается на дно электролитической ванны, из чего следует, что использование графитовых электродов для проведения электролиза никеля и кобальта из растворов не эффективно.

Таким образом, используя метод электролиза с помощью платинового электрода можно выделять ценные металлы такие как никель и кобальт путем совместного восстановления из предварительно подготовленного электролита после растворения шлама.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моняк Т.М., Кульбицкая Л.В., Романовский В.И. Анализ перспектив использования отходов гальванопроизводств // Вестник Полоцкого государственного университета. 2020. № 2. С. 96-102.
2. Егоров В.В., Лазарева Е.Н., Ольшанская Л.Н. Экологически безопасные технологии переработки шламов гальванических производств // Актуальные проблемы электрохимической технологии: материалы междунар. конф. участием г. Энгельс, 25-28 апреля 2011 г. Саратов, 2011. Т.2.С. 245-248.
3. Зайнуллин Х.Н. Утилизация осадков сточных вод гальванических производств / Х.Н. Зайнуллин, В.В. Бабков, Д.М. Закиров [и др.]. // М.: Руда и металлы. 2003. № 77. 272 с.
4. Переработка шламов гальванических производств в пигменты - наполнители, краски и активную массу аккумуляторов / Е.Н. Лазарева, Л.Н.Ольшанская, В.В. Егоров, А.Л. Стриженко // Экология: синтез естественнонаучного технического и гуманитарного знания: материалы Всерос. научно-практич. конф. с междунар. Участием. Саратов 19-22 октября 2010 г. / СГТУ. Саратов, 2020. С. 215-218.
5. Квятковская А.С. Особенности электрохимической обработки железо-кобальт-никелевых и никель-хромовых сплавов: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.03.01 / Уфим. гос. авиац.-техн. ун-т. Уфа, 2001. 16 с.

© Квятковская А.С., Сабурова Ю.Б., Мюллер В.А., 2024

УДК 656.7

Шахтарин Д.К., Лукашевич О.А., Нечаев М.С.

Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, г. Ульяновск, Российская Федерация
e-mail: lukashevich2903@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ СВОБОДНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ (FRA) НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Аннотация. В статье проанализировано влияние авиационного транспорта на окружающую среду. Рассмотрено внедрение новой концепции - воздушное пространство свободной маршрутизации, позволяющее сократить проходимое расстояние и время полета воздушного судна при этом количество выработанного топлива уменьшится и, следовательно, сократится выброс эмиссии загрязняющих веществ в окружающую среду.

Ключевые слова: авиационный транспорт, воздушное пространство свободной маршрутизации, эмиссия вредных веществ, окружающая среда

Shakhtarin D.K., Lukashevich O.A., Nechaev M.S.

Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaeva, Ulyanovsk, Russian Federation

IMPACT OF THE FREE ROUTING CONCEPT (FRA) ON THE ENVIRONMENT

Abstract. The article analyzes the impact of air transport on the environment. The introduction of a new concept is considered - free routing airspace, which allows reducing the distance traveled and the flight time of the aircraft, while the amount of fuel consumed will decrease and, consequently, the emission of pollutants into the environment will be reduced.

Key words: air transport, free routing airspace, emissions of harmful substances, environment

Авиационный транспорт входит в топ крупнейших систем, которые загрязняют атмосферу Земли. В основном авиация воздействует на окружающую среду путем выброса большого количества токсинов и выхлопных газов двигателя самолета. По данным источников современные самолеты производят 2,5% выбросов CO₂ в атмосферу, а также вырабатывается ряд следующих веществ, которые также неблагоприятно воздействуют на экологическую составляющую Земли: N₂O, CH₄ [1-3]. По прогнозам, из-за роста количества полетов идет тенденция на увеличения доли авиации в процессе загрязнения нашей планеты. Возьмем для сравнения зону ответственности Тюменского центра ЕС ОрВД и рассмотрим значения за 2022 и 2023 года. В 2022 году РДЦ Тюмени обслужил 271832 рейса, а в 2023 году 301487 и разница составляет 12%. Также если заглянуть не много вперед, то нас ожидает введения новых технологий и методов, способствующих увеличению трафика воздушного движения. Поэтому смело можно говорить, что без введения каких-либо мероприятий по уменьшению выработки выхлопных газов самолетов, авиация так и будет оставаться в лидирующих позициях по загрязнению окружающей среды.

Поэтому в данной работе рассмотрим способ, который будет способствовать уменьшению выработки эмиссий, а точнее концепцию, внедрение которой, позволит достичь поставленной задачи: воздушное пространство свободной маршрутизации (Free Route Airspace). Суть данной концепции – это возможность планирования пользователям воздушного пространства такого маршрута, который будет являться прямой проходящей через две опорные точки, таковыми являются точка входа и выхода рассматриваемой зоны ответственности. Следовательно, пользователям будет удобней строить максимально эффективный маршрут, позволяющий сократить проходимое расстояние и время полета. Концепция FRA не требует введения новейших технологий и систем, что,

несомненно, является плюсом, достаточно будет того оборудования, которым, итак, оснащены современные самолеты. При этом дополнительные материальные вложения в их модернизацию не требуются, что также благоприятно влияет на экологическую составляющую планеты – меньше отходов, меньше загрязнение. А также сократится выброс эмиссий в окружающую среду, так как количество выработанного топлива уменьшится, за счет уменьшения времени полета ВС.

Возможные реализации концепции FRA:

Ввод ограничений по времени, например, ночью, для проведения оценки работы концепции без негативного влияния на безопасность полетов.

Ввод ограничений в заданных районах воздушного пространства. Данная реализация используется в воздушном пространстве со сложным строением для предотвращения сокращения нормативов пропускной способности.

Ввод в границы воздушного пространства все рассматриваемой зоны.

Внедрение данного проекта вопрос, который решается постепенно путем ввода концепции с первоначальными ограничениями, к примеру, с ограничением по времени. Главная цель – это оптимизация всех маршрутов и схем для укрепления экономики и защиты окружающей среды от негативных воздействий выбросов эмиссий.

Рассмотрим пример воздушного пространства с внедренной системой свободной маршрутизацией. На рис. 1 изображена типовая схема рассматриваемой концепции. Зеленой линией изображены маршруты, установленные специальными органами, в нашей стране этим занимается Министерство транспорта Российской Федерации. Они занимаются разработкой и представлением предложению по совершенствованию структуры воздушного пространства Российской Федерации [4].

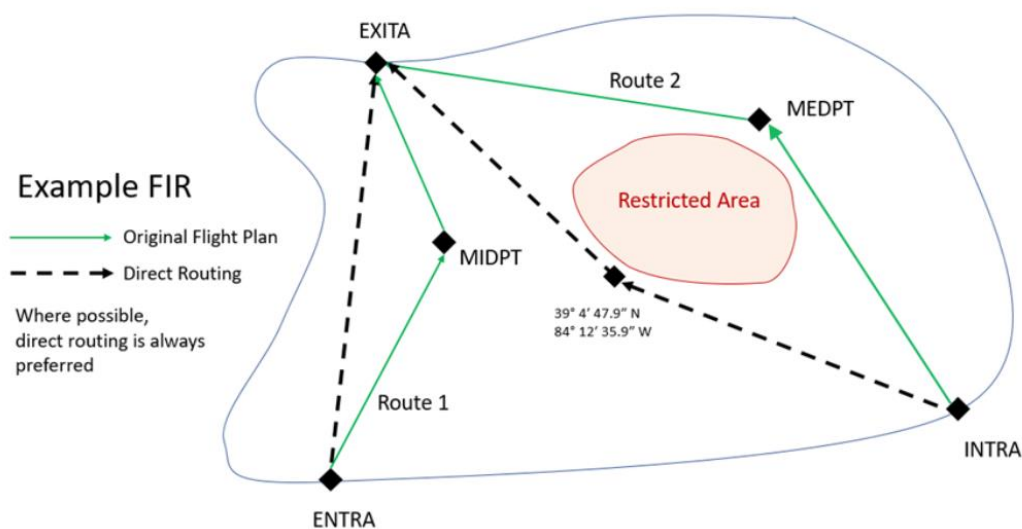


Рис. 1. Упрощенная схема применения пространства FRA

А пунктирной линией изображены маршруты, отличающиеся от установленных, так называемые «спрямленные маршруты». Невооруженным взглядом видно преимущество спрямленных маршрутов над традиционными, так как, расстояние между точками входа и выхода меньше, следовательно, воздушное судно сможет раньше освободить воздушное пространство, тем самым затратив меньше времени и топлива, соответственно. Стоит также отметить, что 4 июня 2020 года был совершен первый полет на территории Российской Федерации по маршруту FRA. Это был рейс из Чикаго в Гонконг. По полученным данным маршрут оказался на 30 миль короче по сравнению со стандартным маршрутом, что позволило сэкономить около 820 кг топлива и сократить выброс CO_2 примерно на 2500 кг. Следовательно, если ввести свободную маршрутизацию по всей стране, то возможно достичь экономии большого количества топлива и значительно снизить уровень выброса эмиссий в окружающую среду.

Внедрение FRA предлагает операторам ряд преимуществ в области повышения эффективности. Существует также ряд проблем и проблем, но в целом это считается одним из наиболее экономически эффективных изменений в системе CAP в Европе. Наиболее заметными преимуществами являются:

- сокращение времени полета, поскольку большинство рейсов будут использовать кратчайшие возможные маршруты;

- сокращение выбросов CO_2 вследствие сокращения времени полета;

- снижение потерь топлива, что также является следствием сокращения времени полета и более оптимальных профилей полета;

- снижение взлётной массы ВС – маршрут FRA позволяет сократить проходимую дистанцию самолетом, что в свою очередь, уменьшит количество топлива, необходимого для выполнения полета.

На рис. 2 продемонстрировано применение концепции свободной маршрутизации. В данном случае взята зона ответственности двух секторов 3 и 5 Тюменского центра ЕС ОрВД. При помощи FRA, можно добиться спрямления маршрутов не только в одной диспетчерской зоне, а в нескольких или даже с секторами находящимися за границами нашего государства.

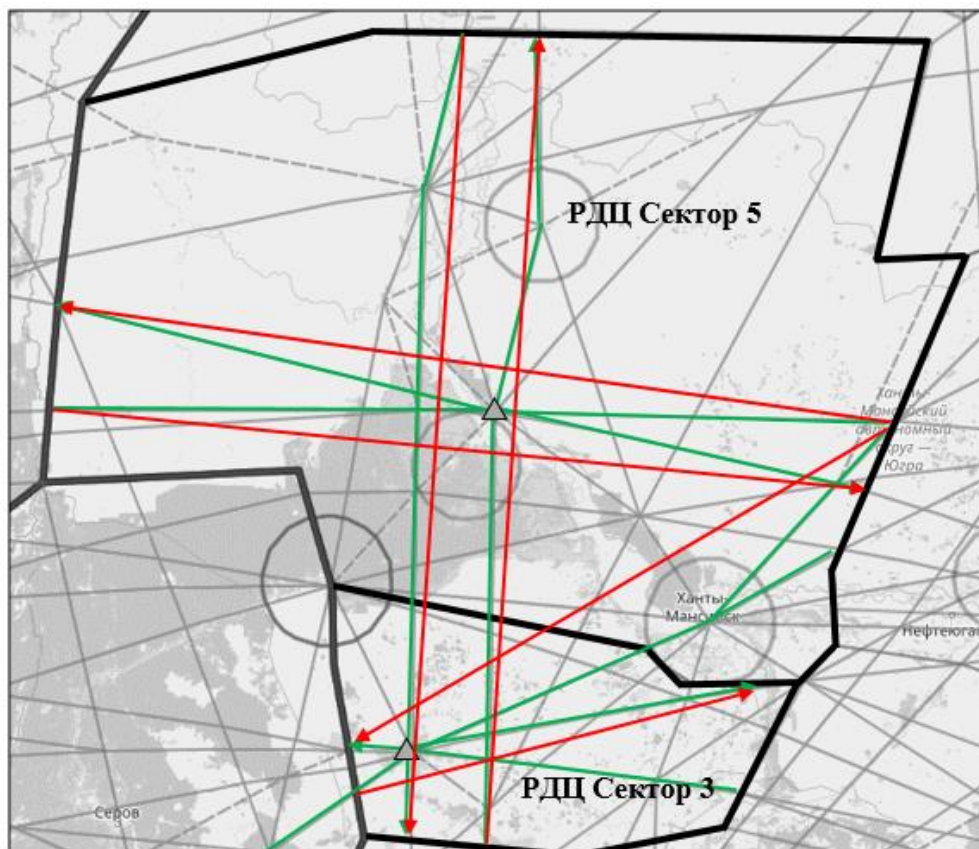


Рис. 2. Схема возможного применения концепции FRA в секторах 3 и 5

На рис. 2 приведен пример использования спрямления через несколько секторов, то есть через сектора 3 и 5 соответственно. Зелеными стрелками указаны маршруты по традиционным траекториям, а красными – маршруты с применением свободной маршрутизации. Путем вычислений получилось определить общее расстояние по традиционным и спрямленным маршрутам. Вышла разница в 91 километр в пользу маршрутов FRA. По итогу, благодаря гибкости воздушного пространства, которой обладает диспетчерская зона со свободной маршрутизацией, можно добиться колоссальных результатов, как видно из результатов, приведенных выше, полученных путем вычислительных и сравнительных операций.

Огромный плюс во всем этом является сокращение выработки эмиссий двигателей самолета, оказывающие большое влияние на экологическую составляющую нашей планеты. Также не маловажным преимуществом данного введения, экономия авиационного топлива, что позволит направлять сэкономленные деньги на модернизацию, оптимизацию и создание различного типа оборудования и услуг, которые в свою очередь, также будут направлены на совершенствование авиационной системы в целом, в том числе и на экологический вопрос.

Помимо всего выше сказанного эксплуатация воздушного судна также приводит к появлению шума, который мешает жителям того или иного населенного пункта, над которым или вблизи происходят полеты. Введение системы свободной маршрутизации поможет снизить количество шума, идущего от самолета. Также не маловажным является тот факт, что эмиссии двигателей самолетов, ведут к загрязнению почвы и сточных вод. Подсчитано, что при выполнении 100 взлетов и посадок воздушные суда вырабатывают около 4 тонн различных веществ, загрязняющих планету, такие как оксид углерода, оксид азота и другие.

В заключении хочется сделать вывод, что внедрение концепции свободной маршрутизации необходимо и оно приведет к заметному сокращению расхода авиационного топлива, что в свою очередь уменьшит выброс количества эмиссий в окружающую среду. Помимо всего прочего, данная концепция не требует значительных изменений и внедрений новейших технологий для достижения поставленной цели, что не может привлекать авиационное сообщество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодрецов В.В., Измайлова Д.З., Лукашевич О.А. Опасности для естественной среды обитания человека, связанные с полетами ВС гражданской авиации // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сборник статей XX Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.А. Селезнева, И.А. Лушкина. Пенза, 2022. С. 27-31.
2. Лукашевич О.А., Гильмутдинов Б.И. К вопросу о современных экологических проблемах авиационного транспорта // Технологии в экологии: сборник научных трудов. Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей, приуроченная к VII Ежегодному молодежному фестивалю в области устойчивого развития ВУЗЭКОФЕСТ. Ульяновск, 2021. С. 22-24.
3. Лукашевич О.А., Курлович П.В. Повышение уровня экологичности воздушных судов // Научно-исследовательские решения современной России в условиях кризиса: материалы XXVI Всероссийской научно-практической конференции: в 2-х ч.. Ростов-на-Дону, 2020. С. 307-311.
4. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 (ред. от 21.06.2023) «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации».

© Шахтарин Д.К., Лукашевич О.А., Нечаев М.С., 2024

УДК 620.193

Квятковская А.С., Сабурова Ю.Б.

Уфимский университет науки и технологий, г.Уфа, Российская Федерация
e-mail: Saburova.yb@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ VT6, VT14

Аннотация. Титан и сплавы на его основе используются в нефтегазовой отрасли. Большое количество металла теряется безвозвратно в результате коррозионных процессов, особенно при повышенных температурах. В связи с этим остро стоит вопрос ресурсосбережения и определения скорости разрушения металла. Проведены исследования, имитирующие процесс потери металла в результате коррозионных процессов при нефтедобыче.

Ключевые слова: потери металла, коррозия, титановые сплавы

Kviatkovskaya A.S., Saburova Y.B.

University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

DETERMINATION OF CORROSION RATE OF TITANIUM ALLOYS VT6, VT14

Abstract. Titanium and Ti alloys are used in the oil and gas industry. A large amount of metal is lost irrevocably due to corrosion processes, especially at elevated temperatures. In this regard, there is an acute issue of resource saving and determination of the rate of metal destruction. Studies simulating the process of metal loss as a result of corrosion processes during oil production have been conducted.

Key words: metal loss, corrosion, titanium alloys

Высокая коррозионная стойкость титана и его сплавов во многих средах связана с образованием поверхностной пленки, обладающей высокой химической стойкостью. Однако, в нефтегазовой отрасли, в присутствии ионов-активаторов и при высоких температурах титан подвергается процессам коррозионного разрушения.

В растворах серной, соляной кислот титан имеет удовлетворительную коррозионную стойкость при обычных температурах и концентрации кислот до 8-10%. С повышением температуры, концентрации кислот и щелочей скорость коррозии титана резко возрастает. Низкую коррозионную стойкость титан и его сплавы имеют в растворах фтористоводородной кислоты; интенсивная коррозия возникает уже в 1%-ном растворе этой кислоты; добавки окислителей неэффективны и даже повышают скорость коррозии.

В присутствии активаторов (ионов хлора, иода, фтора) при глубокой анодной поляризации в области высоких потенциалов может наступить явление пробоя, связанное с нарушением пассивной пленки, сопровождающееся увеличением скорости коррозии с повышением потенциала и в ряде случаев локализованной коррозией язвенного вида. С повышением температуры и введением в раствор активаторов, особенно фторид-ионов, скорость коррозии резко возрастает и в пассивном состоянии. В концентрированной фтористоводородной кислоте скорость коррозии титана уменьшается. Так, в 60-70%-ной HF скорость коррозии в 100 раз ниже, чем в 40%-ном растворе, что объясняется образованием на титане пленки из гидридов титана. В этих условиях скорость коррозии определяется скоростью растворения гидридной пленки [1-4].

В данной работе проведены исследования, имитирующие процесс потери металла в результате коррозии.

2. Методика определения коррозии/

Определения сплошной коррозии по ГОСТ 9.908-85

2.1. Сплошная коррозия

Потерю массы на единицу площади поверхности, $\text{кг}/\text{м}^2$ вычисляют по формуле:

$$m = \Delta m / S, \quad (1)$$

где – потеря масса образца, кг; S- площадь поверхности образца, м^2 .

2.2. Межкристаллитная коррозия

Глубину межкристаллитной коррозии определяют металлографическим методом по ГОСТ 1778 на травленном шлифе, изготовленном в поперечной плоскости образца, на расстоянии от кромок не менее чем 5 мм при увеличении 50 и более. Режим травления - по ГОСТ 6032, ГОСТ 9.021.

3. Результаты испытаний.

Были исследованы образцы сплавов в рекомендованном водном растворе, содержащем плавиковую и соляную кислоты.

Изучалось коррозионное поведение образцов сплавов в двух составах водных растворов.

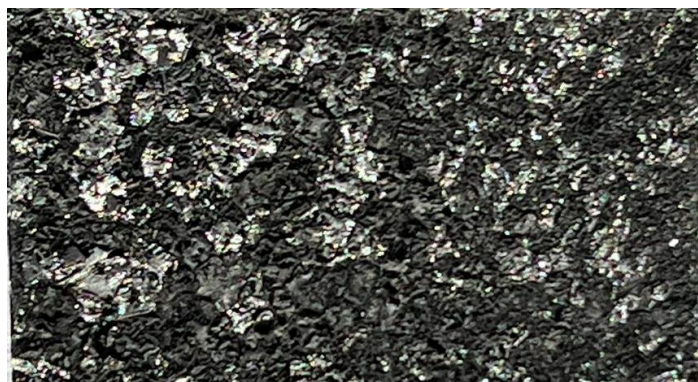
1) 12% HCl + 4% HF, остальное вода и 2) 12% HCl + 2% HF, остальное вода при нагревании до 100° С.

При погружении в данные растворы наблюдалось начало реакции уже при комнатной температуре, при нагревании происходило активное растворение образцов.

После коррозионных испытаний поверхность образцов была равномерно растворена, наблюдалась сплошная равномерная коррозия, как было описано в литературных источниках (рис. 1), питтингов не наблюдалось.



а)



б)

Рис. 1. Фото поверхности образцов после коррозионных испытаний:

а) BT6, б) BT14

Таблица 1

Скорость сплошной коррозии, кг/м²

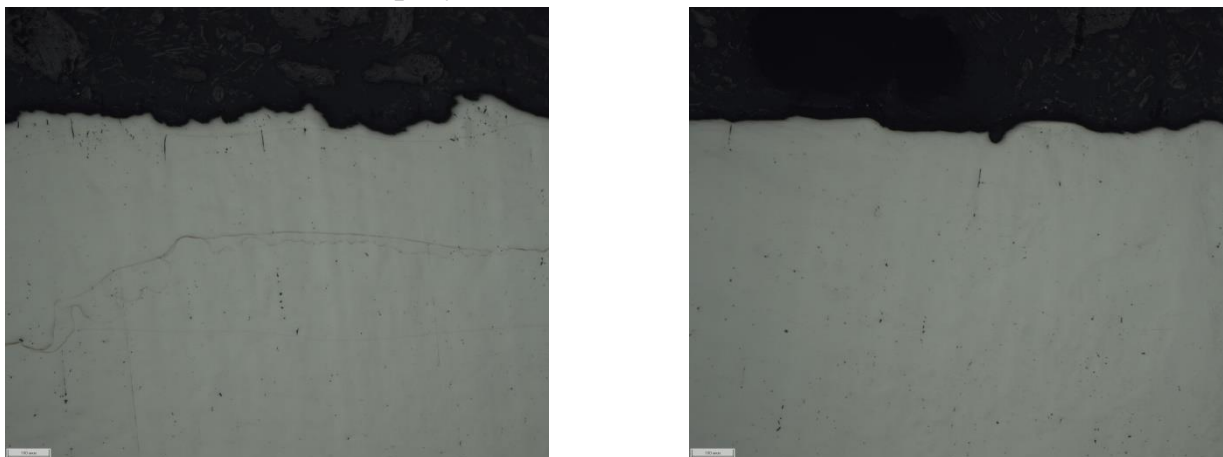
Раствор	Скорость коррозии, кг/м ² BT6	Скорость коррозии, кг/м ² BT14
12% HCl + 4% HF	0,607	0,686
12% HCl + 2% HF	0,883	1,154

За год потери металла составят 221-322 кг/м² для BT6, 250-421 кг/м² для BT14.

В сплавах титана в присутствии активаторов (ионов хлора, иода, фтора) происходит нарушение пассивной пленки, сопровождающееся увеличением скорости коррозии и локализованной коррозией язвенного вида. С повышением температуры и введением в раствор активаторов, особенно фторид-ионов, скорость коррозии резко возрастает и в пассивном состоянии. В более концентрированном растворе фтористоводородной кислоты скорость коррозии

титана уменьшается, что объясняется образованием на титане пленки из гидридов титана. В этих условиях скорость коррозии определяется скоростью растворения гидридной пленки.

Питтинги на поверхности образцов не наблюдались. Глубину межкристаллитной коррозии определяли металлографическим методом по ГОСТ 1778 на шлифе, изготовленном в поперечной плоскости образца, на расстоянии от кромок не менее чем 5 мм при увеличении 100 и более.



а)

б)

Рис. 2. Образцы после коррозионных испытаний в растворе 12% HCl + 2% HF, увеличение $\times 100$: а) VT6, б) VT14

Как видно из рисунков, межкристаллитная коррозия в данных растворах не наблюдается. Особенностью титана и его сплавов является отсутствие склонности к межкристаллитной коррозии. Титан и сплавы на его основе склонны к равномерной сплошной коррозии в растворах в присутствии ионов активаторов.

В связи с большим количеством потерь металла от 220 кг с 1 м² до 420 кг с 1 м² рекомендуется проведение защитных мероприятий для ресурсосбережения. Использование ингибиторов, защитных пленок, протекторной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование эффективности ингибиторов коррозии нефтепромыслового и перерабатывающего оборудования / А.С. Квятковская, Ю.Б. Сабурова, Н.А. Амирханова [и др.] // *Естественные и математические науки в современном мире*. 2015. № 31. С. 78-85.
2. Влияние равноканального углового прессования на коррозионное поведение ультрамелкозернистых материалов: никеля, алюминиевых сплавов, титанового сплава VT 1-0, магниевого сплава и УМЗ меди, полученной по различным маршрутам / Н.А. Амирханова, Р.З. Валиев, И.В. Александров [и др.] // *Вестник*

Уфимского государственного авиационного технического университета. 2006. Т. 7, № 3. С. 42-51.

3. Умарова О.З. Исследование стойкости к щелевой коррозии сплавов на основе титана и никелида титана / О.З. Умарова, А.В. Козуютов // XIV Международная научно-техническая Уральская школа-семинар металловедов - молодых ученых, Екатеринбург, 11-15 ноября 2013 года / Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Научно-образовательный центр «Новые металлосодержащие материалы и технологии металлургии»; Институт физики металлов УрО РАН. Екатеринбург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2013. С. 275-277.

5. Влияние размера зерна титановых сплавов ВТ6 и ВТ6 ELI на их коррозионное поведение и высокоскоростное анодное растворение: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.17.03 / Черняева Елена Юрьевна; [Место защиты: Иван. гос. хим.-технол. ун-т]. Иваново, 2009. 16 с.

© Квятковская А.С., Сабурова Ю.Б., 2024

УДК 502.5

Шарипова Л.Д., Бижанова Г.Г., Гареев И.А, Лебедев К.О.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: liliyadamirovna98@mail.ru

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ «НОС» ДЛЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИИ УРОВНЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУХА ЖИЛЫХ ЗОН

Аннотация. В данной статье рассматривается апробация вольтамперометрического «электронного носа» с применением хемометрических подходов для мониторинга атмосферного воздуха города Уфы.

Ключевые слова: «электронный нос», мониторинг, газочувствительные датчики, хемометрика, метод главных компонент

Sharipova L.D., Bizhanova G.G., Gareev I.A., Lebedev K.O.
Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

VOLTAMMETRIC «NOSE» FOR CHARACTERIZATION OF THE LEVELS OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF AIR IN RESIDENTIAL AREAS

Abstract. This article discusses the testing of a voltammetric «electronic nose» using chemometric approaches for monitoring the atmospheric air of the city of Ufa.

Key words: «electronic nose», monitoring, gas-sensitive sensors, chemometrics, the method of main components

Экологическая безопасность воздуха является одним из наиболее актуальных и важных аспектов современной экологии. Воздух, загрязненный промышленными или транспортными выбросами, представляет серьезную угрозу для здоровья людей и окружающей среды. В связи с этим, использование современных методов и технологий для мониторинга и анализа окружающей среды имеет важное значение для обеспечения здоровья и благополучия общества.

Исследования нашей научной группы связаны усовершенствованием вольтамперометрических методов для определения веществ в следовых количествах или неэлектроактивных компонентов в газах, жидкостях с применением темпоральных мультисенсорных систем, так называемых «электронного носа» и «электронного языка» [1,2]. Вольтамперометрический сенсор представляет собой инновационный инструмент, довольно мобильный, позволяющий характеризовать уровни загрязнения воздуха и вносить вклад в повышение его качества. Исследование данной темы обусловлено не только ее актуальностью, но и перспективностью применения вольтамперометрического сенсора в области экологического мониторинга.

Для эффективной работы системе часто требуется информация о нескольких внешних параметрах, либо точность измерений одного из них может быть недостаточной. В связи с этим системы с множеством датчиков (мультисенсорные системы) стали широко использоваться в различных областях техники и промышленности. Преимущества мультисенсорных систем являются очевидными: они обеспечивают повышенную точность, устойчивость к изменениям окружающей среды, снижают зависимость от надежности отдельных датчиков, а также обеспечивают большую гибкость и многомерные измерения. Однако для того, чтобы достигнуть этих достоинств, следует точно и с максимальной пользой объединять информацию с датчиков [3]. Мультисенсорные системы, такие как «электронный язык» и «электронный нос», а также гибридные

датчики, представляют собой инновационные подходы к мониторингу и анализу состава воздуха. Создание химических мультисенсорных систем во многом стало попыткой воспроизвести структуру и свойства биологических сенсорных систем, особенно органов обоняния и вкуса у млекопитающих. Изначально данный подход применялся в системах для анализа газов, известных как «электронные носы». Позднее аналогичные принципы были использованы для разработки анализаторов жидкостей, получивших название «электронные языки».

Целью данного исследования является создание и апробирование батареи сенсоров в качестве «электронного носа» на примере изученных газочувствительных датчиков для оценки загрязнения атмосферного воздуха города Уфы с использованием машинного обучения – проекционных методов хемометрии.

«Электронный нос» представляет собой устройство, предназначенное для выявления запахов или привкусов. В нем присутствуют сенсоры с различной парциальной чувствительностью к потоку анализируемых запахов. Каждый сенсор в массиве имеет индивидуальный профиль отклика, отвечающий за определенный спектр тестируемых запахов. В итоге при идентификации газов обобщенный профиль суммарных откликов сенсоров имеет сложную структуру и может быть расшифрован только с использованием хемометрических (компьютерных) методов распознавания образов [4].

Рассмотрим схему работы данного электронного прибора на рис. 1.

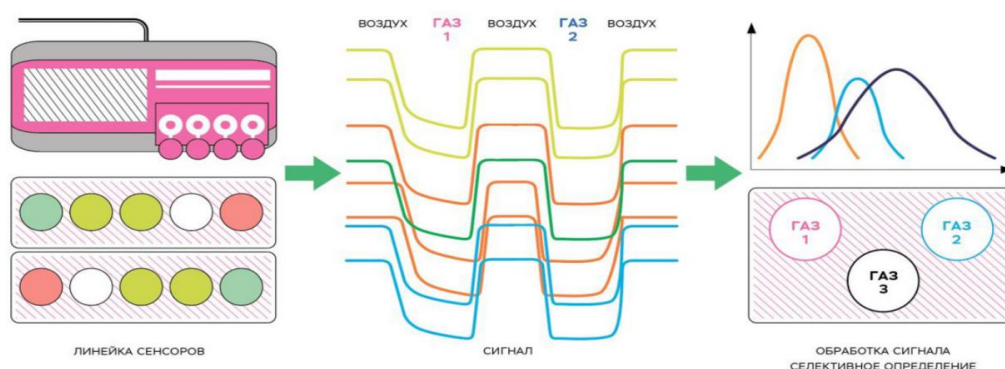


Рис. 1. Схема работы электронного носа

С помощью системы «электронного носа» запахи, выделяемые из многокомпонентных смесей веществ, могут быть обнаружены в режиме реального времени. Действительно, в окружающем воздухе вещества в многокомпонентных смесях выступают в роли аналитов, которые могут обладать различными физическими и химическими свойствами.

Ранее в работах нашей научной группы был апробирован 9 сенсорный

«электронный нос» для распознавания ароматизаторов спиртосодержащих напитков. Спиртосодержащие напитки оказались удобными модельными растворами, которые достаточно быстро испаряются, что дает отклик сенсора «электронного носа» [5]. Продолжением этой работы было применение данного сенсора для мониторинга атмосферного воздуха.

«Электронный нос» состоит из помпы (гальваностата) P-20X, насоса для воздуха и батареи из 9 металлооксидных сенсоров перекрестной чувствительности (рис. 2).

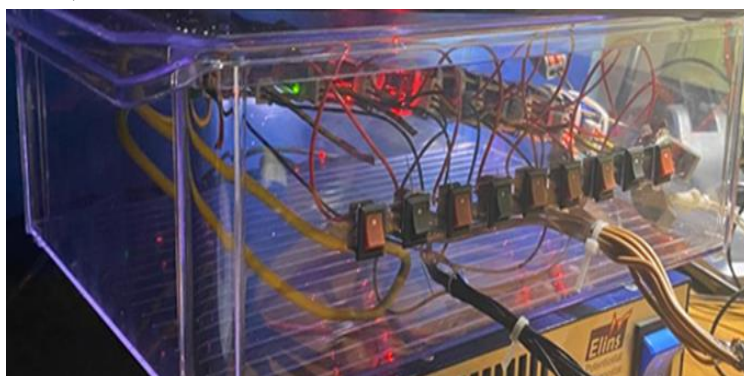


Рис. 2. Созданный и работающий в настоящее время в лаборатории «электронный нос»

Насос непрерывно прокачивал воздух через шланг, забирая его из оконного проема и подавая в измерительную камеру. Эксперимент начался 6 апреля в 9:48 и завершился 10 апреля в 00:00, то есть длился 4 суток. В течение этого времени каждые 6 секунд регистрировалась вольтамперограмма, с перерывами каждые 40 секунд. Полученный массив вольтамперограмм, состоящий из 970 записей, был подвергнут комбинаторному анализу с использованием МГК/ПЛС-моделирования.

Метод главных компонент (МГК) – это статистический метод, который используется для снижения размерности данных. Он основан на представлении данных в виде линейной комбинации меньшего числа ортогональных главных компонент. Эти компоненты представляют собой линейные комбинации исходных переменных и являются ортогональными друг другу.

Проекция латентных структур (ПЛС) – это метод статистического и машинного обучения для анализа данных, который позволяет изучать скрытые (латентные) факторы, определяющие поведение данных, но не могут быть непосредственно измерены или наблюдаемы. То есть ПЛС позволяет анализировать данные, используя несколько зависимых переменных одновременно, что дает более полное представление о поведении данных.

Используя метод главных компонент, мы можем проанализировать графики

и сделать вывод, что на отклики датчиков в течение всего исследования влияет изменение состава воздуха при различных факторах. Это происходит потому, что датчики реагируют на пыль, газы, сигаретный дым и другие примеси. Климатические условия, такие как время суток и время года, также могут влиять на показания датчиков.

На рис. 3 представлена диаграмма мгновенного отображения сигналов, полученная проекцией латентных структур.

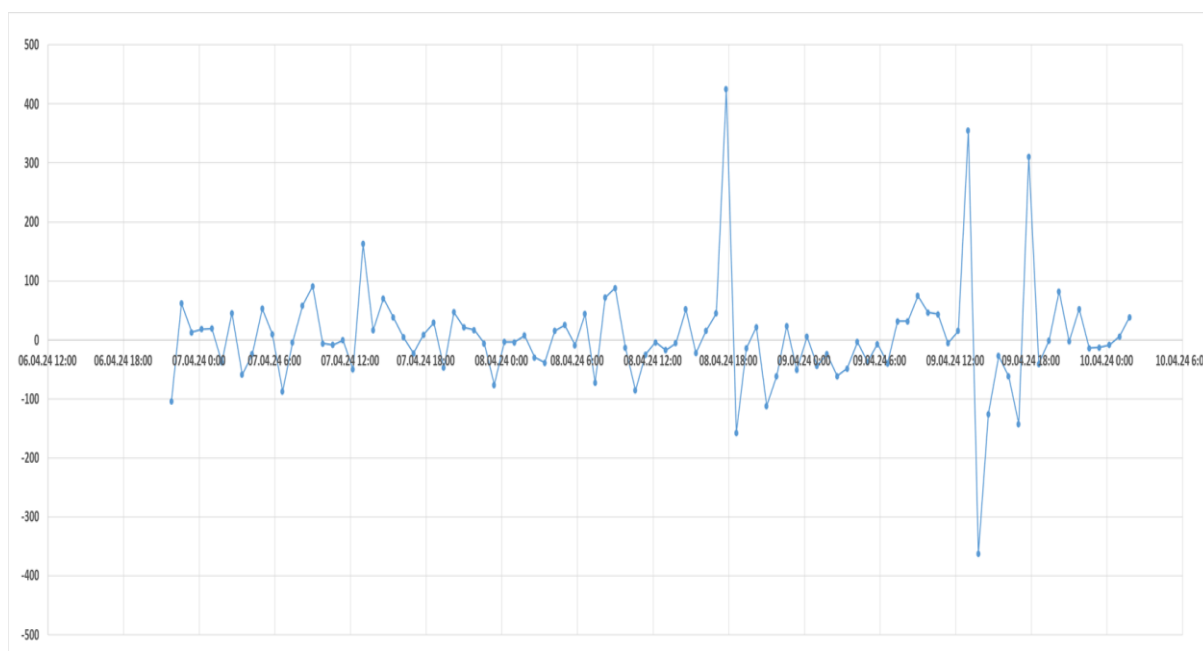


Рис. 3. Продифференцированная диаграмма для отображения мгновенного отображения сигналов

Пики в диаграмме коррелируют с уровнем загрязнения воздуха городской зоны. Здесь прослеживается закономерность о том, что в выходные дни отклик сенсоров и, соответственно, выбросы в воздух от транспорта меньше (6 и 7 апреля) по сравнению с буднями с 8 по 10 апреля. Самые высокие пики соответствуют откликам в утреннее и вечернее времена будних дней, когда количество транспорта на дорогах максимальное.

Таким образом, в процессе исследования, разработки и тестирования "электронного носа" для мониторинга качества воздуха в городских зонах были достигнуты значимые результаты. С применением газочувствительных сенсоров с перекрестной чувствительностью и методов анализа данных, таких как хемометрия и машинное обучение, удалось создать мультисенсорную систему для анализа атмосферного воздуха. Исследование показало, что разработанные сенсорные ячейки реагируют на различные загрязнители в атмосфере. Данный анализ позволил установить, что величина измеряемого тока возрастает с

увеличением концентрации загрязняющих веществ в воздухе, что показывает перспективность применения вольтамперометрического «электронного носа» для характеристики уровней экологической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бижанова Г.Г., Баширова З.А., Зарипова Г.Г., Смольникова О.Г., Беляева Л.С. Темпоральный подход к исследованию амперометрического поведения микросенсоров на примере сплава хромель при переходе от макро- до наноразмерности // Защита окружающей среды от экотоксикантов: международный опыт и российская практика: материалы VI Международной научно-технической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Прикладная экология» УГНТУ (09 апреля 2024 г.) / редкол.: И.Г. Мигранова и др. Уфа: УНПЦ «Изд-во УГНТУ» 2024. С. 41-43.
2. Зарипова Г.Г., Баширова З.А., Бижанова Г.Г., Максютова Э.И., Сидельников А.В. Исследование анодного растворения фольгированного алюминия по данным МГК- моделирования темпорально структурированных амперограмм // Защита окружающей среды от экотоксикантов: международный опыт и российская практика: материалы VI Международной научно-технической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Прикладная экология» УГНТУ (09 апреля 2024 г.) / редкол.: И.Г. Мигранова и др. Уфа: УНПЦ «Изд-во УГНТУ» 2024. С. 50-51.
3. Легаев В.П. Измерительные преобразователи и датчики: учеб. пособие / В.П. Легаев; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. Владимир: Изд-во ВлГУ- 2019. С. 7-10.
4. Милешко Л.П. Мультисенсорные системы: учебное пособие / Милешко Л.П., Спиридонов О.Б., Черепяхин И.И., Щербинин И.П., Шестова Е.А., Алхасов С.С., Камышева А.С.; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2023. С. 8-10.
5. Гареев И.А., Шарипова Л.Д., Иванова М.В., Квятковская А.С., Васенина Н.А. Комбинаторный анализ и оптимизация состава батареи металлоксидных сенсоров по методу проекций на латентные структуры для распознавания аромаобразов «heavy drinks» // Защита окружающей среды от экотоксикантов: международный опыт и российская практика: материалы VI Международной научно-технической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Прикладная экология» УГНТУ (09 апреля 2024 г.) / редкол.: И.Г. Мигранова и др. Уфа: УНПЦ «Изд-во УГНТУ» 2024. С. 102-104.

© Шарипова Л.Д., Бижанова Г.Г., Гареев И.А., Лебедев К.О., 2024

УДК 620.91

Гилева З.В., Федосов В.А., Тараканов Д.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: gilyovazlata@yandex.ru

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Аннотация. В статье рассмотрены принципы биоклиматической энергоэффективной архитектуры, анализируются факторы ее формирования с учетом климата и топографических условий рассматриваемой территории и способы применения альтернативных решений обустройства зданий. В ходе анализа разработаны рекомендации по применению альтернативной энергетики на территории Республики Башкортостан.

Ключевые слова: биоклиматическая архитектура, альтернативная энергетика, энергосистема, экологическая обстановка, энергия, климат

Gileva Z.V., Fedosov V.A., Tarakanov D.A.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

RECOMMENDATIONS FOR THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Abstract. The article considers the principles of bioclimatic energy-efficient architecture, analyzes the factors of its formation taking into account the climate and topographic conditions of the territory under consideration and methods of using alternative solutions for building arrangement. During the analysis, recommendations were developed for the use of alternative energy in the Republic of Bashkortostan.

Keywords: bioclimatic architecture, alternative energy, energy system, environmental situation, energy, climate

Современное социально-экономическое развитие региона во многом обусловлено высоким уровнем потребления электроэнергии. В соответствии с приказом Министерства энергетики России от 28 февраля 2022 года №146 «Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы на 2022-2028 годы», ожидаемый объем спроса на электроэнергию составит 28,7 млрд. кВт·ч, что на 8,3% превышает показатели 2021 года.

Отчасти исправить положение энергосистемы республики представляется возможным благодаря применению возобновляемых источников энергии. Поскольку жилой сектор является одним из самых энергозатратных, важно внедрять такие архитектурные системы, которые способствуют снижению потребления энергии. Одним из актуальных направлений в области

экологической безопасности является биоклиматическая архитектура. Она представляет собой концепцию экологически чистых и энергоэффективных технологий, позволяющих зданиям функционировать в гармонии с природой при минимальном использовании тепловой и электрической энергии [2].

В условиях изменения экологической ситуации в Республике Башкортостан требуется поиск альтернативных решений для проектирования зданий. В этом контексте необходимо разработать рекомендации по внедрению биоклиматической архитектуры в регионе.

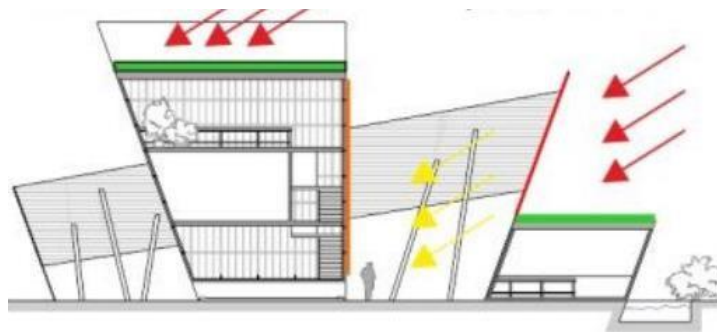
Анализ литературных данных в этой области позволил выявить комплекс факторов, формирующих биоклиматическую архитектуру с учетом особенностей территории Республики Башкортостан [1, 2, 4].

Факторы формирования биоклиматической архитектуры:

– Ландшафтно климатические.

а) Солнечная энергия позволяет обеспечить естественное освещение, различные фотоэлементы (коллекторы, солнечные батареи) взаимодействуя с солнечной радиацией накапливают энергию (рис. 1).

а)



б)



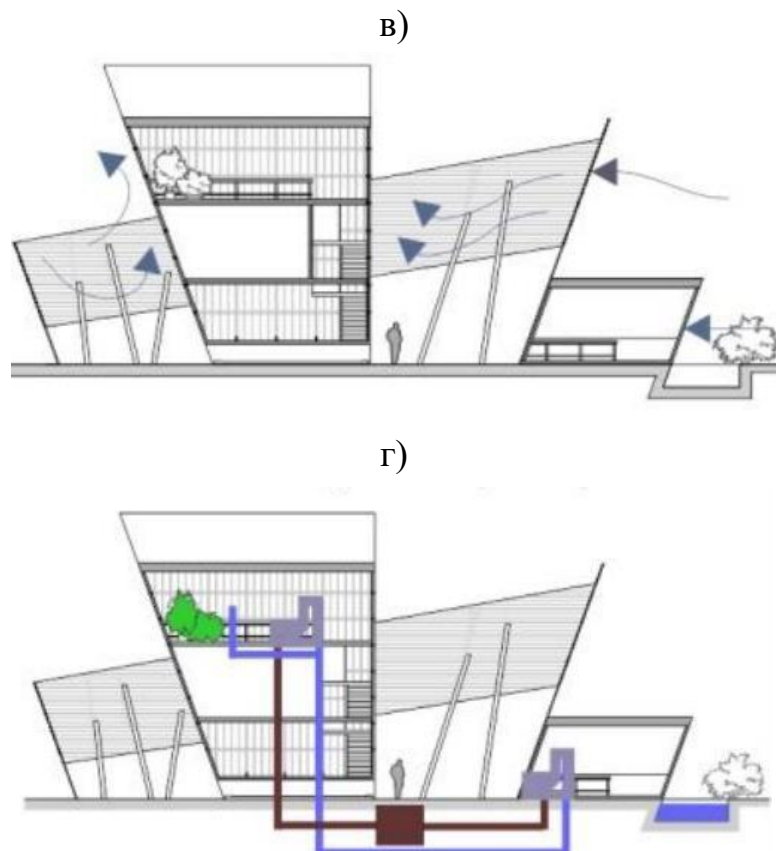


Рис. 1. Влияние: а) солнечной радиации; б) озелененных пространств;
в) воздушных пространств; г) водных пространств [4]

б) Озелененные пространства являются неким фильтром, позволяющим создавать комфортный микроклимат и снижающим негативное воздействие солнечной радиации (рис. 1б).

в) Воздушные массы обеспечивают естественную вентиляцию и охлаждение здания (рис. 1в).

г) Сбор дождевой воды, фонтаны и бассейны дополнительно помогают в охлаждении зданий и увлажнении воздушных потоков. (рис. 1г).

– Социально – экономические факторы.

Важным фактором, влияющим на формирование биоклиматической архитектуры также является то, что сами потребители должны осознано подходить к использованию природных ресурсов и бережно относиться к окружающей среде. Введение природных элементов в жилищные условия не только способствуют снижению расходов электроэнергии, но и улучшают физическое и психическое здоровье людей.

– Экологические факторы.

Экологические факторы подразумевают бережное отношение к окружающей среде в процессе строительства биоклиматических зданий.

Восполнение утраченных озелененных территорий, применение экологичных материалов, повторное их использование и сохранение природных ресурсов.

– Энергетические факторы.

Взаимодействие биоклиматических зданий с природой осуществляется путем использования альтернативных источников энергии. Энергия солнца, ветра, воды, геотермальная энергия – возобновляемые источники энергии, которые рационально использовать в проектировании биоклиматических зданий [1,4].

При комплексном рассмотрении данных факторов, с учетом анализа литературных данных [1,3,5] сформулированы принципы, на которых формируется биоклиматическая архитектура:

– Принцип сохранения энергии.

Принцип сохранения энергии заключается в минимальном использовании тепловой и электрической энергии для обогрева, охлаждения и кондиционирования здания.

Для обеспечения теплового комфорта рационально применять концепцию пассивного дома. Особенность пассивного дома заключается в проектировании здания так, что дом сохраняет внутренне тепло, что исключает использование активного отопления. Такое здание может экономить до 70 % электроэнергии и практически до 90% расходов на отопление [3].

Для строительства пассивного дома необходимо использовать следующие методы сокращения энергопотерь: обеспечение герметизации оболочки здания; размещение теплоизоляционных конструкций; уменьшение количества тепловых мостов; использование окон для пассивных зданий и грамотное их размещение; применение системы вентиляции с рекуператором тепла [1].

– Принцип адаптации к территории.

Здание должно гармонично сочетаться с территорией, на которой оно размещено, чтобы использовать все ее преимущества. Правильное расположение позволяют максимально экономить электроэнергию.

– Принцип сохранения и восполнения.

Строительство новых сооружений не должно нести негативное влияние на окружающую среду, поэтому озелененные территории должны восполняться за счет зеленых пространств внутри здания. Таким образом строительство биоклиматических зданий не несет такой ущерб экологии нежели постройка традиционных зданий.

– Принцип автономности.

Суровые условия климата заставляют формировать автономные системы внутри здания таким образом, чтобы свести к минимуму пользование внешними

энергосистемами. Этот принцип основывается на проектировании зданий с широким корпусом, позволяющим защитить здание от потерь тепла.

Принимая во внимание выявленные принципы, можно сделать вывод, что данные подходы применимы и в республике Башкортостан.

Рекомендации по проектированию жилых биоклиматических зданий на территории РБ

Территория республики лежит в континентальной климатической зоне, где климат достаточно влажный, теплое лето и достаточно суровая зима. С учетом всех климатических характеристик разработаны следующие рекомендации для данной территории:

Для умеренной климатической зоны характерно применить как и закрытую объемно – пространственную структуру биосреды здания, так и открытую биосистему, так как зимой оно может быть подвержено воздействию низких температур, а летом высоких. Закрытая биосистема подразумевает размещение озелененных пространств, изолированных от окружающей среды. Открытая биосистема характеризуется размещением растений на фасаде зданий. Тем самым, при использовании в проектировании изменяющиеся фасадные системы, будет создан комфортный микроклимат [2].

В строительстве необходимо использовать энергоэффективное остекление, для защиты от холода и натуральные материалы, преимущественно светлых тонов.

Касаемо альтернативной энергетики, целесообразно размещение солнечных батарей, коллекторов на фасаде здания, ветроустановок. Также применение концепции пассивного дома, позволяющая нагревать воздух в холодные периоды.

Таким образом, разработаны рекомендации по применению альтернативной энергетики на территории Республики Башкортостан, способствующие улучшению энергоэффективности здания с минимальным использованием существующих внешних энергосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марков Д.И. История принципы и перспективы развития биоклиматической энергоэффективной архитектуры // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2012. С. 16.
2. Ткаченко В.И., Король Е.А. Биоклиматическая архитектура // *Вестник МГСУ*. 2010. № 4. С. 262
3. Брызгалин В.В., Соловьев А.К. Использование пассивных систем солнечного отопления как элемента пассивного дома // *Вестник МГСУ*. 2018. Т. 13. № 4 (115). С. 472-481.

4. Усов Я.Ю. Формирование архитектурно-планировочной структуры биоклиматических жилых зданий: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры: 05.23.21. Москва, 2013.

5. Горбанева Е.П., Белокобыльский Р.И., Шишкина Т.А. Принципы биоклиматической архитектуры. Роль растений в биоклиматическом здании // International Conference on Computer Technology and Science. 2017. С. 47-54.

© Гилева З.В., Федосов В.А., Тараканов Д.А., 2024

УДК 667

Каргабаева Д.Т.

Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

e-mail: kargabaevadinara84@gmail.com

ПУТИ И ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Аннотация. В этой статье рассматривается вред синтетических красящих добавок, содержащихся в безалкогольных напитках, а также спрос на напитки, способы их определения. Кроме того, в каком нормативе предусмотрено, насколько целесообразно использовать синтетические красящие пищевые добавки и рассмотрены методы определения.

Ключевые слова: пищевые синтетические красители, хроматографические методы анализа, твердофазная микро экстракция, безалкогольные напитки, сорбция, тонкослойная хроматография

Kargabayeva D.T.

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

WAYS AND FEATURES OF THE DETERMINATION OF SYNTHETIC DYES OF SOFT DRINKS

Abstract. This article examines the harm of synthetic coloring additives contained in soft drinks, as well as the demand for beverages, and ways to determine them. In addition, which standard provides for how appropriate it is to use synthetic coloring food additives and the methods of determination are considered.

Keywords: food synthetic dyes, chromatographic analysis methods, solid-phase microextraction, soft drinks, sorption, thin-layer chromatography

В сегодняшние дни одной из серьезных проблем становится не только

охрана окружающей среды, но и то, насколько натуральными являются пищевые продукты, влияющие на здоровье человека. Предприятия добавляют большое количество пищевых добавок, содержащихся в потребляемых пищевых продуктах для сохранения их свежести, вида, цвета. Они используют синтетические добавки в качестве недорогих и доступных добавок и спрос на них с годами растет. При производстве напитков могут выбросы синтетических добавок, а это может привести не мало проблем живым сородичам и насекомым.

Синтетические красители получают химическим путем. Каждый краситель в основном состоит из ароматических колец и азофункциональных групп, некоторые красители могут состоять из сложных, интенсивных и крупных структур каменноугольной смолы или нефти (исходная цепь). Красители также известны под названием «пищевые добавки» или «пищевые красители», поскольку они улучшают цвет продуктов, теряемых в процессе производства или переработки, чтобы сделать их визуально привлекательными, убедить потребителя (привлечь внимание) и побудить соблазны [1].

Синтетические красители производятся в гранулированном, порошкообразном, жидком или другом виде. Их можно использовать в напитках, конфетах, мороженом, желе, выпечке, молочных продуктах и других различных продуктах и предметах домашнего обихода [2].

Желтые красители E102, E104, E107, E105, E106, E110 вызывают аллергические реакции, астмы, развития опухоли и кожных заболеваний. Зеленые красители E141, E142, E143 частое употребление приводят аллергическим реакциям, онкологическим заболеваниям, мутации внутренних органов. Синие красители-E130, E131 способствуют развитию кожным и раковым заболеваниям. Красные красители-E122, E123, E125, E128, E129. вызывают нарушение функции ЖКТ, аллергии, гиперреактивность, злокачественные опухоли, снижение концентрации.

Производство и импорт напитков в РК.В Казахстане производством напитков занимаются 575 предприятий. Это 2,7 % от всех производственных предприятий.

На сайте Анализ рынка: производство и импорт напитков в Казахстане зарегистрировано производители 377, большое количество в Алматы их 99, второе место Алматинском области их 80, после Туркестанская область 60. Основная часть производителей составили малые компании 93%. Импорт напитков в 2019 году составил 3577128 тонны.

Основными экспортерами нашей страны являются Россия с долей 98% и Грузия, 2018 года мировой рынок напитков оценивался 1,5 триллиона долларов США, ежегодно спрос роста составил 3,1%, 2024 году вырос на 1,8 триллиона

долларов США. Каждый год появлению других брендов доминирующие компании теряют спрос, например, в 2015 году Coca-Cola и Pepsi в мировом рынке составил 70%, а в 2018 году общая доля рынка составил 60%. В Казахстане официально зарегистрированных производителей напитков 570 [3].

На официальном сайте Кока кола показано что в 2022 году в США на рынке составила 46% и распространяют 200 странах мира, ключевой регион является выручкой 37% Северная Америка, в 2023 году продажа состоит 45,7 миллиард долларов США.

В Казахском рынке есть такие производители как АО «RG Brands», ТОО СП «Coca-Cola Almaty Bottlers», АО «Galanz Bottlers», ТОО «Рикс ЛТД», ТОО «Завод безалкогольных напитков ВИЗИТ» и т.д., производство минеральных и газированных вод состоит 585,8 тыс. литров, увеличение 7,6% за год. А прочих безалкогольных напитков 1,2 млн. до 1,3 млн. литров.

Методики определяющие красителей напитка.

В статье «Качественное и количественное определение содержания пищевых красителей в газированных напитках» показано анализ тонкослойной хроматографии, который позволил одновременно идентифицировать 16 красителей. Был анализ продукции «ООО Кока-Кола Эйчбиси Евразия» (г. Самара), не подвижная фазой была пластина «силикагель СТХ-1ВЭ», а подвижной «н-бутанол – этанол – вода» в соотношении 60:60:150. Красителей тт матричного раствора отделяли с помощью экстрагированием органическом слое реагента толуол. В пластину «силикагель СТХ-1ВЭ» по 1 мкл наносили шприцем пробу, перенос на подвижную фазу с различными скоростями в соответствии коэффициентами распределения разделяемых компонентов и зонами различной окраски и их довели аммиаком, добавили воды, центр фуговали, декантировали супернатантом. Синтетические добавки E102, E104, E110, E122, E124 в результатах показало превышение от норм Сан Пин РФ [3].

Таблица 1

Синтетические красители, применяемые в настоящее время в РФ, США и странах ЕС (по данным [6])

Наименование красителя	Е-код	Страна
Тартразин	E102	РФ, ЕС, США
Желтый хинолиновый	E104	РФ, ЕС
Желтый солнечнозакатный FCF	E110	РФ, ЕС, США
Азорубин (кармуазин)	E122	РФ, ЕС
Амарант	E123	ЕС
Понсо 4R	E124	РФ, ЕС

Эритрозин	E127	ЕС, США
Красный очаровательный АС	E129	РФ, ЕС, США
Синий патентованный V	E131	РФ, ЕС
Индигокармин	E132	РФ, ЕС, США
Синий блестящий FCF	E133	РФ, ЕС, США
Зеленый S	E142	РФ, ЕС
Зеленый прочный FCF	E143	РФ, США
Черный блестящий PN	E151	РФ, ЕС
Коричневый FK	E154	ЕС
Коричневый NT	E155	РФ, ЕС

С твердофазной микро экстракцией можно определить более 40 красителей напитков, для этого используют полиамидные полимерные сорбенты, их применяют в виде порошков и картриджей [4].

Пищевых красителей можно применить если страна дала согласия и соответствии нормам СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

В спектрофотометрии красителей с использованием ТФЭ извлекали с помощью полиамидным порошком [5-7]. Процедура проводилась следующим образом напиток после дегазирования при нагревании, подкислении раствором соляной [5] или лимонной [6] кислот, добавлении полиамидного порошка, тщательном перемешивании до полной сорбции красителя и обесцвечивания раствора. После фильтрования адсорбент промывали горячей дистиллированной водой [6, 7], пропаном [5]. Для десорбции красителей применяли 5% раствор NaOH [5], раствор аммиака [6], смесь этанол: аммиак (90:10) [7] до полного удаления с сорбента.

Заключение. Основываясь на приведенной выше информации, напитки без алкоголя играют большую роль в повседневном использовании, здоровье человека может страдать от различных заболеваний с использованием различных напитков с синтетическими добавками. Чтобы предотвратить это, мы можем сохранить здоровье человека, закрепив нормативы для использования методов их выявления. Например, ГОСТ Р 52470-2005, ГОСТ Р 52671-2006, ГОСТ Р 52825-2007 стандарты определяют синтетических добавок алкогольных и других продуктов, также можно подготовить нормативные документы для безалкогольных напитков. Твердофазная микро экстракция дает точность при определении синтетических добавок сравнивая стандартными образцами и программами компьютерных графиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Naseem Zahra, Alim-un-Nisa, Zahra Fatima, Imran Kalim and Khalid Saeed. Identification of synthetic food dyes in beverages by thin layer chromatography // Pakistan Journal of Food Sciences. 2015. Vol. 25. Issue 4. Pp. 178-181.
2. Sharma D. Understanding Biocolor A Review // Int. J. Sci. Technol. Res. 2015. № 3(1). P. 294.
3. Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Терехина Н.В., Брынских В.Э. Качественное и количественное определение содержания пищевых красителей в газированных напитках // Ульяновский медико-биологический журнал. 2014. № 4. С. 72-75.
4. Шестопалова Н.Б., Чернова Р.К., Доронин С.Ю. Применение твердофазной экстракция для извлечения синтетических красителей из пищевых продуктов // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 49. №. 2. С. 79-87.
5. Zeng W., Wang P., Zhang H., Tong S. Qualitative and quantitative analyses of synthetic pigments in foods by using the branch and bound algorithm // Analytica Chimica Acta. 1993. № 284. P. 445-451.
6. Ni Y., Gong X. Simultaneous spectrophotometric determination of mixtures of food colorants // Analytica Chimica Acta. 1997. № 354. P. 163-171.
7. Ni Y., Wang Y., Kokot S. Simultaneous kinetic spectrophotometric analysis of five synthetic food colorants with the aid of chemometrics // Talanta. 2009. № 78. P. 432-441.

© Каргабаева Д.Т., 2024

2.5. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА И ВОДЫ

УДК 626.81

Кипря А.В., Хазипова В.В., Воронько Д.С.

ФГКОУ ВО «Донецкий институт государственной противопожарной службы
МЧС России», г. Донецк, Российская Федерация

e-mail: aleksandrkipra@gmail.com

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Аннотация: В данной работе рассмотрены различные подходы к современной проблеме управления водными ресурсами. Представлены методы и способы применения нанотехнологий и аминокислот в этой сфере. Обосновывается важность фотокаталитической обработки в процессе эффективного использования и очистки водных ресурсов. Рассмотрены преимущества электрофизической ионизации.

Ключевые слова: нанотехнологии, аминокислоты, фотокатализ, электрофизическая ионизация, наноцеллюлоза, водные ресурсы

Kiprya A.V., Khazipova V.V., Voronko D.S.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donetsk Institute of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia», Donetsk, Russian Federation

MODERN APPROACHES TO THE RATIONAL USE OF WATER RESOURCES

Abstract. This paper examines various approaches to the modern problem of water resources management. Methods and methods of using nanotechnology and amino acids in this area are presented. The importance of photocatalytic processing in the process of efficient use and purification of water resources is substantiated. The advantages of electrophysical ionization are considered.

Key words: nanotechnology, amino acids, photokatalysis, electrophysical ionization, nanocellulose, water resources

Современное управление водными ресурсами в городской среде представляет собой важную и сложную задачу. Увеличение городского населения усиливает давление на водные ресурсы. Растущие города требуют устойчивого снабжения питьевой водой, санитарии и обработки сточных вод.

Изменения климата приводят к увеличению частоты экстремальных погодных явлений. Это создает необходимость более гибкого и эффективного

управления водными потоками, чтобы обеспечить потребность в воде в периоды засухи.

Кроме того, водные ресурсы в городах сталкиваются с проблемой загрязнения. Повышенная промышленная деятельность, использование удобрений и химических веществ, а также неконтролируемое сбрасывание сточных вод могут существенно влиять на качество воды. Проблема очистки воды не теряет своей актуальности.

Устойчивое городское планирование играет критическую роль в обеспечении безопасного управления водными ресурсами в условиях быстро растущих городов. Современные исследования выделяют несколько стратегий, способствующих устойчивому управлению водными ресурсами в городской среде.

Во-первых, стратегии водосбережения включают в себя внедрение технологий эффективного использования воды в домах, предприятиях и общественных местах.

Во-вторых, разработка инфраструктуры для управления дождевой водой становится ключевой частью устойчивого городского планирования. Создание «зеленых» крыш, пермеабельных покрытий и систем инфильтрации помогает минимизировать сток дождевой воды в канализацию, снижая риск наводнений и обеспечивая устойчивость водоснабжения.

Третий аспект – восстановление прибрежных экосистем и прибрежных зон. Исследования в области экологической реставрации прибрежных участков и восстановления водных биотопов подчеркивают важность восстановления естественных процессов, которые способствуют поддержанию качества воды.

Рассмотрим инновационные технологии водоочистки.

Аминокислоты, являясь естественными органическими соединениями, обладают способностью взаимодействовать с различными загрязнителями в воде. Молекулярная структура аминокислот позволяет эффективно адсорбировать загрязняющие вещества, образуя комплексы, которые легко удаляются из воды. Эта особенность делает аминокислоты привлекательным вариантом для очистки воды от широкого спектра загрязнителей, включая тяжелые металлы, химические соединения и бактерии [1].

Применение аминокислот для очистки воды представляет собой перспективный путь, обеспечивая не только эффективное устранение загрязнений, но и соответствие принципам устойчивого развития, что важно для обеспечения техносферной безопасности в условиях изменяющегося окружающего мира.

Перспективными представляются методы очистки воды с применением нанотехнологий. Одним из применений нанотехнологий является то, что они могут отделять микробы, химические вещества и другие загрязнители от воды, чтобы обеспечить качество чистой питьевой воды без трудоемких процессов.

Для очистки воды можно применять углеродные нанотрубки (УНТ) [2].

Структура углеродных нанотрубок позволяет молекулам воды проходить через поры трубки, одновременно оставляя микробы на углеродной поверхности. Производители могут формовать УНТ в виде листов или спиралей, которые пропускают воду через сотообразные структуры и удаляют загрязняющие вещества.

Еще одним типом нанотехнологий, которые можно использовать для очистки воды, является фильтрация с применением наноцеллюлозы. Этот материал обычно получается в результате распада встречающихся в природе полимеров или действия бактерий. Он похож на УНТ по форме и функциям, но отличается процессом производства. Нанокристаллы и нанофибриллы целлюлозы представляют собой стержнеобразные наночастицы, которые избирательно адсорбируют загрязнения из водных потоков. Форма фибрилл и менее жесткая структура наноцеллюлозы делают ее отличным фильтром, который может работать как в малых, так и в больших системах фильтрации воды [3].

Очищать воду можно с помощью наночастиц золота [4]. Эти наностержни могут проводить тепло локально и уничтожать загрязняющие вещества, такие как фармацевтические препараты и антипестициды, более эффективным способом, чем нагревание всего объема воды. Для повышения эффективности работы наночастиц, их необходимо равномерно распределить в объеме воды. Для предохранения от слипания и равномерного рассеивания на часть наностержней наносят покрытие из диоксида кремния.

Эффективными и перспективными способами устранения токсичных веществ и микроорганизмов из воды являются электрокатализ и фотокатализ [5].

Фотокаталитическая обработка представляет собой передовой метод очистки сточных вод, включающий использование фотокатализаторов, как правило, полупроводников, для активации окислительных и восстановительных процессов под воздействием света.

Фотокатализаторы, такие как диоксид титана (TiO_2) или графен, широко используются в фотокаталитической обработке. Они обладают высокой активностью при воздействии ультрафиолетового (УФ) света, активируя процессы окисления для разложения органических загрязнителей.

Фотокатализатор активируется при воздействии света, что приводит к образованию электронно-дырочных пар. Электроны, высвобожденные в

результате этого процесса, участвуют в окислительных реакциях.

Электроны, сгенерированные фотокатализатором, реагируют с молекулами кислорода, образуя свободные радикалы, такие как гидроксильные радикалы ($\bullet\text{OH}$). Эти радикалы являются мощными окислителями и способны разрушать органические соединения в сточных водах на молекулярном уровне.

Одним из преимуществ фотокаталитической обработки является ее эффективность при низких концентрациях фотокатализатора. Это позволяет использовать малые количества катализатора для обработки больших объемов сточных вод.

Для оптимальной работы фотокатализатора требуется ультрафиолетовый свет. Системы с УФ-лампами обеспечивают необходимое освещение, но также идут в ногу с разработкой более эффективных фотокатализаторов, способных использовать видимый свет.

Новые исследования фокусируются на усовершенствовании фотокатализаторов и создании композиций с улучшенными свойствами. Например, инженеры работают над фотокатализаторами с видимым светом, что расширяет область их применения.

Фотокаталитическая обработка считается экологически устойчивым методом, так как не требует добавления химических реагентов и не образует вторичных загрязнений. Фотокаталитическая обработка успешно применяется в промышленности, коммунальном хозяйстве и других сферах, где требуется эффективная очистка сточных вод от органических загрязнителей.

Таким образом, фотокаталитическая обработка является перспективным методом, обеспечивающим высокую степень очистки сточных вод и при этом отвечающим требованиям экологической устойчивости.

Существует эффективный способ фильтрации питьевой воды, который основан на использовании частиц кварца, покрытых нанометровым слоем активного вещества. Это активное вещество, созданное на основе углерода с кремнесодержащим якорем (фиксатором), обладает уникальными свойствами очистки. Активные наночастицы, присутствующие на поверхности кварцевых частиц, способны очищать воду от биомолекул и болезнетворных микроорганизмов. Основной механизм функционирования такого метода заключается в электростатическом притяжении патогенов к поверхности покрытых активным слоем наночастиц. Благодаря этому эффекту, вода очищается от биологических загрязнений и становится безопасной для употребления [6].

Одной из самых перспективных и инновационных технологий очистки воды является электрофизическая ионизация. Эта методика основана на использовании электрического поля для эффективного уничтожения всех типов бактерий,

вирусов и других микроорганизмов, которые присутствуют в природных и сточных водах.

Сравнивая электрофизическую ионизацию с традиционными методами очистки, такими как обработка хлором или озоном, можно увидеть явное преимущество в скорости и эффективности. Для достижения необходимого уровня обеззараживания воды с помощью электрического поля требуется всего несколько секунд, в то время как обработка хлором или озоном может занять от 15 до 30 минут. При прохождении электрического тока через очищаемую воду основным эффектом очищения является воздействие активных агентов, таких как гидроксильный радикал и электрон в сольватной оболочке, на примеси. В результате этого процесса, восстанавливаются металлы, они выпадают в осадок, а газообразные соединения улетучиваются из воды.

Активные химические реагенты, образующиеся в воде при электроактивации, также оказывают воздействие на микроорганизмы и бактерии, их уничтожают, происходит стерилизация очищаемой воды. При этом было установлено, что при использовании этого метода нет образования новых токсичных веществ [7].

Современные методы обработки сточных вод и переработки отходов играют критическую роль в обеспечении качества водных ресурсов и устойчивости в городской среде. Новейшие исследования в этой области предоставляют ценные научные идеи для эффективного решения проблем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филин В.А. Использование реагентов на аминокислотной основе для обезвреживания осадков городских сточных вод / В.А. Филин, Л.Н. Губанов, А.В. Котов // Великие реки 2002: Тез. генер. докл. междунар. конгресса. Н. Новгород, 2002. С. 82-83.
2. Arup Kumar Poddar. Nanotechnology in Ecology Preservation // Eur. Chem. Bull. 2023. № 12 (S3). P. 2785-2795.
3. Bharti Arora. Carbon Nanotubes (CNTs): A Potential Nanomaterial for Water Purification / Bharti Arora, Pankaj Attri // Journal of Composites Science. 2020. № 4(3), 135. Pp. 1-20.
4. Muhammad Zubair. Nanocellulose: A sustainable and renewable material for water and wastewater treatment / Muhammad Zubair, Muhammad Arshad, Aman Ullah // Natural Polymers-Based Green Adsorbents for Water Treatment. 2021. № 13. Pp. 93-109.
5. G. Ganapathy Selvam, K. Sivakumar Phycosynthesis of silver nanoparticles and photocatalytic degradation of methyl orange dye using silver (Ag) nanoparticles synthesized from *Hypnea musciformis* // Applied Nanoscience. 2015. V.5. Pp. 617-622.

6. Peter J. Majewski, Chiu Ping Chan Peter J. Majewski, Chiu Ping Chan. Water purification by functionalised self-assembled monolayers on silica particles // International Journal of Nanotechnology. 2008. V. 5. № 2/3. Pp.291-298.

7. Ташполотов Ы. Очистка электрофизической ионизацией подаваемой населению города Ош воды из ВОС с. Озгур / Ы. Ташполотов, Б.Ж. Акматов // Научно-технический журнал «Вестник» Ошского государственного университета, Республика Кыргызстан. 2010. № 3. С. 71-80.

© Кипря А.В., Хазипова В.В., Воронько Д.С., 2024

УДК 502.5

Мунзарова А.Р., Насырова Э.С.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация

e-mail: nasyrova.es@ugatu.su

ЗАГРЯЗНЕНИЕ СТОЧНЫХ ВОД АНТИБИОТИКАМИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Аннотация. В работе рассматривается проблема попадания различных антибиотиков в сточные воды и их потенциальный экологический риск для окружающей среды.

Ключевые слова: антибиотики, загрязнение антибиотиками, устойчивость к антибиотикам, сточные воды

Munzarova A.R., Nasyrova E.S.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

WASTEWATER POLLUTION WITH ANTIBIOTICS

Abstract. The paper considers the problem of various antibiotics entering wastewater and their potential environmental risk to the environment.

Keywords: antibiotics, antibiotic pollution, antibiotic resistance, wastewater

Как известно, к антибиотикам относятся вещества, которые борются с бактериальными инфекциями как у людей, так и у животных. Они уничтожают или замедляют рост и размножение бактерий различными способами, такими как блокирование синтеза клеточной стенки бактерий, синтеза белков, ДНК или РНК, разрушение клеточной мембраны и другие специфические механизмы. Современная жизнь человека немислима без антибиотиков. Открытие, сделанное еще в 1928 году британским врачом Александром Флемингом, позволило

успешно бороться с опасными для человека инфекциями, такими как пневмония, туберкулез, гангрена и другие.

Нерациональное применение антибиотиков в различных отраслях, таких как медицина, животноводства, аквакультура и сельском хозяйстве приводит к сбросу существенной части неметаболизированных антибиотиков в сточные, поверхностные, грунтовые воды и почву. Сточные воды фармацевтических заводов и очистных сооружений увеличивают дополнительную нагрузку на ресурсы окружающей среды из-за антибиотиков. Такое обширное загрязнение антибиотиками окружающей среды усугубляет возникновение и распространение бактерий, поскольку они часто подвергаются воздействию небольших количеств антибиотиков, что позволяет им адаптироваться, выжить и эволюционировать [1].

Источниками загрязнения водных ресурсов антибиотиками являются предприятия по производству лекарств, научно-исследовательские институты, медицинские учреждения и сельское хозяйство. Однако, одним из основных способов попадания этих веществ в окружающую среду является бытовое использование, так как каждый человек употребляет определенные лекарства.

Ученые обнаружили, что более половины лекарственных препаратов выводятся из организма человека в биологически активной форме и сохраняют свои свойства практически неизменными. Только часть антибиотиков, потребляемых во время болезни людьми метаболизируется до неактивных соединений. В то же время основное количество 30-90% остается неизменным в виде активных метаболитов и выводится с мочой или калом [2]. Большие количества этих лекарств попадают в сточные воды и могут затем проникнуть в источники питьевой воды. Следует отметить, что метаболиты могут быть обнаружены в более высоких концентрациях, чем исходный антибиотик, и они могут иметь такой же или более высокий уровень токсичности для окружающей среды, чем неизменное соединение [3].

Фармацевтическое загрязнение окружающей среды тесно связано с увеличением потребления лекарств, что обусловлено демографическим старением, распространением хронических заболеваний, доступностью более дешевых дженериков и появлением новых препаратов. По мнению А.С. Ананян [4], также существует проблема неосознанного использования антибиотиков и самолечения среди населения. Например, при респираторных вирусных инфекциях люди часто без консультации врача прибегают к антибиотикам, хотя они неэффективны в данном случае, и необходимо применение противовирусных препаратов. Особенно эта тенденция усугубилась в 2020 г. и связана она с вирусной пандемией – COVID-19, когда Министерство здравоохранения РФ включил в список лекарств, рекомендованных при лечении

коронавируса ряд антибиотиков (азитромицин, амоксициллин, кларитромицин, левофлоксацин, моксифлоксацин) и спрос на антибиотики в целом вырос, вызвав весной 2020 г. дефицит на эти лекарственные средства [5].

Широкое и неразумное использование антибиотиков для сдерживания патогенных микробных инфекций в сочетании с неадекватной обработкой отходов, содержащих неметаболизированные антибиотики и их остатки, приводит к увеличению уровня концентрации антибиотиков в окружающей среде, что приводит к ситуации, когда антибиотики загрязняют окружающую среду [1]. На данный момент отсутствуют очистные сооружения, способные полностью устранять антибиотики и другие неопределенные загрязнители. Даже с использованием передовых технологий очистки невозможно достичь полного удаления загрязнений, поэтому после очистки сточной воды в ней все еще содержится до 20% лекарственных препаратов. В статье Rodriguez-Mozaz S. [6] приведен список наиболее часто обнаруживаемых на очистных сооружениях антибиотиков: ципрофлоксацин, офлоксацин, энрофлоксацин, орбифлоксацин, азитромицин, кларитромицин, сульфацилрин, сульфаметоксазол, триметоприм, налидиксовая кислота, пипемидиновая кислота, оксолиновая кислота, цефалексин, клиндамицин, метронидазол, ампициллин и тетрациклин. Karthikeyan K. G. в своей статье [7] также подтверждает присутствие некоторых из них в сточных водах.

Устойчивость к антибиотикам является критической глобальной проблемой здравоохранения. В докладе Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) прогнозируется, что примерно 2,4 миллиона человек умрут в Европе, Северной Америке и Австралии к 2050 году от инфекций, вызванных антибиотикоустойчивыми бактериями [8].

Исследование научных работ российских и иностранных ученых показало, что антибиотики стали одной из основных угроз для окружающей среды. Они распространяются по различным компонентам природы, а затем возвращаются в организм человека, усложняя лечение инфекций, вызванных микроорганизмами. Важно разработать методы восстановления компонентов окружающей среды. Помимо этого, критически важно принять организационные шаги для уменьшения уровня антибиотиков в окружающей среде, включая улучшение законодательных актов по их использованию и запрет применения антибиотиков в качестве добавок в кормах для животных в сельском хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Varathe P. Antibiotic pollution and associated antimicrobial resistance in the environment //Journal of Hazardous Materials Letters. 2024. P. 100-105.

2. Mishra S. Occurrence of antibiotics in wastewater: Potential ecological risk and removal through anaerobic–aerobic systems // *Environmental Research*. 2023. P. 115-678.
3. Gracia-Marín E. Comprehensive study on the potential environmental risk of temporal antibiotic usage through wastewater discharges // *Chemosphere*. 2024. Т. 346. P. 140-587.
4. Ананян А.С. Подходы в изучении загрязнения антибиотиками // *Национальная ассоциация ученых*. 2021. № 66-1. С. 9-13.
5. Старчикова М.О., Карнажицкая Т.Д., Нурисламова Т.В. Распространенность антибиотиков группы макролидов в водных объектах (обзор) // *Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения–2023: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием/под ред. проф. АЮ Поповой, акад. РАН НВ Зайцевой*. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023. 395 с. С. 71.
6. Rodriguez-Mozaz S. Antibiotic residues in final effluents of European wastewater treatment plants and their impact on the aquatic environment // *Environment international*. 2020. Т. 140. P. 105-733.
7. Karthikeyan K.G., Meyer M.T. Occurrence of antibiotics in wastewater treatment facilities in Wisconsin, USA // *Science of the total environment*. 2006. Т. 361. № 1-3. С. 196-207.
8. Lu Z. Quaternary ammonia compounds in disinfectant products: evaluating the potential for promoting antibiotic resistance and disrupting wastewater treatment plant performance // *Environmental Science: Advances*. 2024. Т. 3. № 2. С. 208-226.

© Мунзарова А.Р., Насырова Э.С., 2024

УДК 502.5

Тукальская Е.В., Кусова И.В.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: elenka.tukalskaya21.03.2002@yandex.ru

МЕТОД ОЧИСТКИ ВОЗДУХА СУДОРЕМОНТНОГО ЗАВОДА ОТ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Аннотация. В работе рассматривается проблема загрязнения воздуха судоремонтным заводом летучими органическими соединениями. Спроектирована система защиты атмосферы судоремонтного завода на основе анализа НДТ и патентной проработки в области очистки выбросов от летучих

органических соединений, выполнено эколого-экономическое обоснование предлагаемых технических решений.

Ключевые слова: судостроение, выбросы, летучие органические соединения, технология очистки выбросов от летучих органических соединений, материальный баланс

Tukalskaya E.V., Kusova I.V.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

A METHOD FOR CLEANING THE AIR OF A SHIP REPAIR PLANT FROM VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS

Abstract. The paper considers the problem of air pollution by a ship repair plant with volatile organic compounds. A system for protecting the atmosphere of a ship repair plant was designed based on the analysis of BAT and patent work in the field of cleaning emissions from volatile organic compounds, an ecological and economic justification of the proposed technical solutions was carried out.

Key words: shipbuilding, emissions, volatile organic compounds, technology for cleaning emissions from volatile organic compounds, material balance

Судоремонтные предприятия представляют собой сложные производственные комплексы, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и условия труда персонала. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на таких заводах являются сварочные, покрасочные, абразивные и другие технологические процессы, сопровождающиеся выбросами вредных веществ. Воздействие этих факторов может приводить к ухудшению состояния здоровья работников. Отсутствие технологий очистки выбросов на судоремонтных заводах создает серьезные экологические проблемы и проблемы, связанные с безопасностью работников, которые требуют незамедлительного решения [1-3].

При проведении инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их источников на территории промплощадки судоремонтного завода было выявлено 12 загрязняющих веществ. Установлено, что приоритетными загрязняющими веществами выбросов являются летучие органические соединения, к ним относят метилбензол, бутан-1-ол, этанол, бутилацетат, этилацетат, пропан-2-ол, бензин.

Основные источники летучих органических соединений (ЛОС) на судоремонтных заводах – это покрасочные и другие операции, образующиеся при этом пары растворителей, лакокрасочных материалов напрямую поступают в атмосферный воздух. Летучие органические соединения, попадая в атмосферу,

могут распространяться на значительные расстояния, загрязняя воздух рабочей зоны и прилегающих территорий. Дальнейшее их осаждение на почву, водоемы и другие компоненты окружающей среды также представляет экологическую угрозу. Вдыхание паров ЛОС работниками предприятия оказывает прямое негативное влияние на их здоровье, вызывая раздражение дыхательных путей, головные боли, отравления и другие опасные эффекты.

Проведен анализ наилучших доступных технологий (НДТ) в области очистки выбросов от летучих органических соединений, рассмотрены:

1) ИТС 22-2016. НДТ В-4. Сокращение и предотвращение образования выбросов в атмосферный воздух летучих органических соединений в котором предлагается:

а) использование материалов и процессов с малым содержанием органических растворителей или без них.

б) применение технологий, основанных на разрушении летучих органических соединений, содержащихся в отработанных газах. К ним относятся регенеративное или регенеративно-термическое окисление; регенеративное или регенеративно-каталитическое окисление; биологическое разрушение, осуществляемое в биофильтрах и биоскрубберах, где биоразлагаемые летучие органические соединения разрушаются микроорганизмами во влажной среде и при низких температурах;

в) использование технологий регенерации ЛОС для повторного использования в производственном процессе после специальной обработки на объекте или за его пределами. Это адсорбция с помощью сорбента их активированного угля или цеолитового субстрата; абсорбция на рециркулирующих технологических жидкостях (вода, тяжелое топливо) и тд.

2) ИСТ 35-2017. НДТ 8 Уменьшение валовых выбросов загрязняющих веществ за счет изменения технологии подготовки к окрашиванию, в котором предлагается:

а) по возможности замену обезжиривание растворителями на обезжиривание водными составами;

б) использование менее токсичных растворителей для обезжиривания растворителями;

в) ограничение количества используемого растворителя;

г) использование ультразвуковых методов очистки при обезжиривании растворителем путем окунания.

3) ИСТ 35-2017. НДТ 9 Уменьшение валовых выбросов загрязняющих веществ за счет применения материалов с низким содержанием растворителей или без растворителей, в котором предлагается:

НДТ включает замену лакокрасочных материалов с содержанием растворителей от 50% до 80% на материалы:

а) лакокрасочные материалы с высоким содержанием нелетучих веществ (> 65%), так называемые материалы с высоким сухим остатком (ВСО). Краски на основе акриловых смол и полиуретана используются для покрытия сельскохозяйственной и строительной техники. Краски на основе эпоксидных смол используются для покрытия судов, продукции нефтегазовой промышленности, металлоконструкций и гидравлического оборудования. Использование грунт-эмалей с ВСО для окраски сельскохозяйственной техники, железнодорожного транспорта и электродвигателей позволяет сократить количество слоев краски, что ведет к экономии ресурсов и энергии;

б) ЛКМ на водной основе содержат от 10% до 65% воды и менее 3% до 18% органических растворителей в своем составе для улучшения свойств мокрого слоя пленки.

в) двухкомпонентные краски без растворителей. Как правило, это высоковязкие покрытия из эпоксидной смолы или полиамида. При нагревании во время окраски смешивание компонентов происходит в сопле распылителя. Эффективны для окраски изделий, которые будут использоваться в течение длительного времени, например, резервуарного оборудования, металлоконструкций, трубопроводов и т.д.

При проведении анализа существующих методов и аппаратов очистки выбросов от летучих органических соединений была проведена патентная проработка. Были рассмотрены различные технологии очистки – абсорбция, адсорбция, биологическая, механическая. Они позволяют разработать надежную и эффективную систему очистки выбросов ЛОС, характерных для судоремонтного завода. В качестве очистного оборудования подобран скруббер, биофильтр и вторичный отстойник.

Скруббер является эффективным устройством для очистки газов от летучих органических соединений (ЛОС) по следующим причинам:

1. Высокая эффективность поглощения ЛОС. Скруббер использует контакт между загрязненным газовым потоком и жидкостью (обычно вода или водные растворы) для абсорбции и растворения ЛОС. Большая площадь контакта и интенсивное перемешивание обеспечивают высокую степень извлечения органических загрязнителей из газа – до 90-99%.

2. Применимость к широкому спектру ЛОС.

3. Компактность и простота конструкции. Скруббер имеет относительно простую конструкцию, не требующую сложного дополнительного оборудования. Это делает скруббер компактным и технологичным решением для установки даже

на ограниченных производственных площадях.

4. Простота эксплуатации и обслуживания

Скруббер не требует сложного обслуживания, а его работа легко контролируется и управляется. Это важно для промышленных предприятий, где необходимо обеспечить надежную и бесперебойную очистку выбросов.

Биофильтры являются эффективными системами для очистки газов от летучих органических соединений (ЛОС) по нескольким причинам:

1. Биодеструкция ЛОС. Биофильтры используют микроорганизмы (бактерии, грибы) для разложения ЛОС. А те в свою очередь используют ЛОС в качестве источника питания и энергии, что делает процесс очистки более эффективным.

2. Большая площадь контакта. Биофильтры обычно содержат экологичный субстрат (например, древесные опилки, торф, компост), который обеспечивает большую площадь поверхности обработки загрязненного воздуха, что позволяет достичь высокой эффективности улавливания и биодеструкции ЛОС.

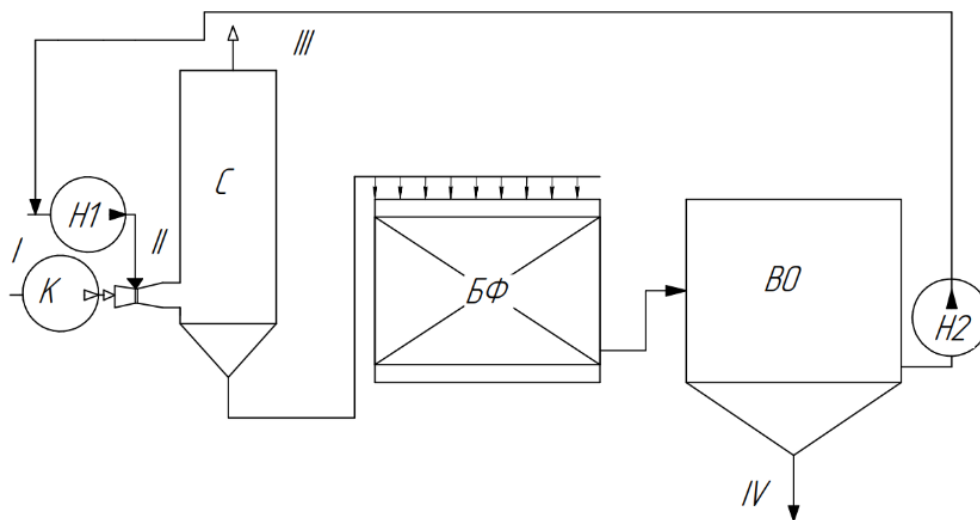
3. Низкие эксплуатационные расходы. Биофильтры не требуют дорогостоящего оборудования и химикатов, как некоторые другие методы очистки. Они могут работать при относительно низких затратах энергии и без необходимости частой регенерации или замены.

4. Низкие побочные продукты. В отличие от некоторых физико-химических методов, биофильтры не производят большого количества вторичных загрязнителей, таких как твердые отходы или концентрированные сточные воды.

5. Универсальность. Биофильтры могут быть эффективными для широкого спектра ЛОС [4-6].

Таким образом, сочетание высокой эффективности очистки аппаратов, универсальности, экологичности и низких эксплуатационных затрат делает скруббер и биофильтр оптимальным выбором для очистки газов от летучих органических соединений на судоремонтных заводах.

Разработана принципиальная технологическая схема очистки выбросов судоремонтного завода от летучих органических соединений (рис. 1).



С – скруббер; БФ – биофильтр; ВО – вторичный отстойник; К – компрессор; Н1 и Н2 – насосы; I – загрязненный воздух; II – вода; III – очищенный воздух; IV – уловленная биопленка.

Рис. 1. Принципиальная технологическая схема очистки выбросов судоремонтного завода от летучих органических соединений

Загрязненный воздух (I) с помощью компрессора (К) подаётся в нижнюю часть скруббера (С), сверху в скруббер (С) с помощью насоса (Н-1) подается вода (II) для поглощения летучих органических соединений из воздушной среды. Процесс происходит с использованием форсунок, которые под давлением распыляют жидкость во внутренний объем корпуса скруббера (С). С помощью перемычек и перегородок скорость загрязненного потока внутри корпуса замедляется, частички пыли смачиваются мельчайшими каплями воды, слипаются между собой с увеличением массы. Тяжелые загрязнения оседают в нижнюю часть корпуса.

Далее очищенный воздух (III) поступает в атмосферу, а летучие органические соединения, растворенные в воде, поступают в биофильтр (БФ). В качестве загрузки для биофильтра (БФ) используется насыпная насадка, содержащая питательный материал для жизнедеятельности микроорганизмов – древесная пыль, опилки, стружка. В объеме слоя биофильтра (БФ), на котором находится биопленка, образованная в результате жизнедеятельности микроорганизмов, происходит процесс биодеструкция ЛОС. Микроорганизмы расщепляют вредные вещества и разлагают их. После биофильтра (БФ) шлам выводится во вторичный отстойник (ВО), после отстаивания уловленная биопленка (IV) поступает на утилизацию, а вода с помощью насоса (Н-2) циркулирует.

Рассчитан материальный баланс разработанной технологии очистки выбросов судоремонтного завода. В результате очистки 171,56 т/год выбросов судоремонтного завода, ежегодно улавливается около 18 тонн ЛОС, которые в дальнейшем подвергаются процессу деструкции с помощью микроорганизмов.

Выполнено эколого-экономическое обоснование предлагаемых технических решений. Рассчитана величина предотвращенного экономического ущерба, которая составила 137,5 тыс.руб. Также рассчитаны эксплуатационные затраты на проведение природоохранных мероприятий: оплата труда работников составила 600 тыс. рублей в год; электроэнергия и освещение – 1,3 тыс. рублей. Капитальные затраты (стоимость приобретения скруббера и биофильтра) составили 610 тыс. рублей, полная экономическая эффективность проводимых природоохранных мероприятий – 0,19, следовательно, проведение природоохранных мероприятий является оправданным с экономической точки зрения. Примерный срок окупаемости вложений составляет 5,3 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Картамышева Е.С., Иванченко Д.С. Основные источники загрязнения окружающей среды в судостроительной промышленности // Молодой ученый. 2018. № 25. С. 18-20.
2. Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. М.: Бюро НДТ, 2016. 198 с.
3. Обработка поверхностей, предметов или продукции органическими растворителями. М.: Бюро НДТ, 2017. 155 с.
4. Валлиулина В.Н., Чадаева Т.А., Заболотских В.В. Получение и использование растительных сорбентов для защиты окружающей среды. // Материалы V международного инновационного форума молодых ученых «Young elpit». 2015. С. 73-80.
5. Чадаева Т.А., Валлиулина В.Н., Заболотских В.В. Очистка воздуха от летучих органических соединений на основе биосорбционных технологий. // Сборник докладов конференции с участием предприятий, учреждений, организаций городского округа Тольятти «Проблемы экологии городского округа Тольятти и пути их решения». 2015. С. 216-220.
6. Ломова О.А., Кирилов А.А. Загрязнение воздуха летучими органическими соединениями // E-Scio. 2023. № 4. С. 28-29.

© Тукальская Е.В., Кусова И.В., 2024

УДК 502.5

Шаяхметова А.Б., Кусова И.В.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: 2209adl@gmail.com

СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОДНОКОМПОНЕНТНОГО ПОЛИУРЕТАНОВОГО КЛЕЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Аннотация. В работе проведен анализ воздействия производства однокомпонентного полиуретанового клея на окружающую среду и обоснованы основные направления снижения техногенной нагрузки: установлены приоритетные загрязняющие вещества производства однокомпонентного полиуретанового клея (этиленгликоль, изоцианат МДИ-100 и карбамид) и выявлено образование отхода клеевой смеси.

Разработанные технические решения по очистке выбросов и утилизации отходов однокомпонентного полиуретанового клея включают в себя следующие аппараты: скруббер Вентури, вертикальный отстойник, емкость с мешалкой и гидравлический пресс.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, выбросы, утилизация отходов клея, принципиальная технологическая схема.

Shaiakhmetova A.B., Kusova I.V.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

REDUCING THE NEGATIVE IMPACT OF ONE-COMPONENT POLYURETHANE ADHESIVE PRODUCTION ON THE ENVIRONMENT

Abstract. The work carried out an analysis of the impact of the production of one-component polyurethane glue on the environment and substantiated the main directions for reducing the technogenic load: priority pollutants in the production of one-component polyurethane glue (ethylene glycol, MDI-100 isocyanate and urea) were identified and the formation of waste adhesive mixture was identified.

The developed technical solutions for the purification of emissions and waste disposal of one-component polyurethane adhesive include the following devices: a Venturi scrubber, a vertical settling tank, a container with a stirrer and a hydraulic press.

Key words: environmental pollution, emissions, recycling of glue waste, basic technological system.

Производство стройматериалов интенсивно развивается и строительные материалы находят широкое применение в ряде областей, таких как строительство, энергетика, машиностроение, сельское хозяйство, нефтяная и газовая индустрия. Вместе с тем, ежегодно добывая и перерабатывая около

3 млрд, тонн сырья, данный вид деятельности оказывает пагубное воздействие на геосферы [1]. Увеличение выпуска продукции стройматериалов повышает уровень негативного воздействия на окружающую среду, в связи с этим важно модернизировать имеющиеся технологии очистки выбросов и предусматривать технологии утилизации отходов производства.

На основании вышеизложенного, рассмотрение данной темы является актуальным.

В процессе синтеза однокомпонентного полиуретанового клея происходят выбросы таких загрязняющих веществ как этиленгликоля, изоцианата МДИ-100 и карбамида в виде аэрозолей – двухфазных систем, состоящих из газообразной или воздушной дисперсионной среды и взвешенных в ней весьма мелких твердых либо жидких частиц, называемых дисперсной фазой [2].

Валовый выброс загрязняющих веществ на производстве однокомпонентного полиуретанового клея представлен в таблице 1.

Таблица 1

Валовый выброс приоритетных загрязнителей

№	Наименование ЗВ	Валовый выброс, т/год	НДВ, т/год
1	Этиленгликоль	0,012	$3 \cdot 10^{-4}$
2	Изоцианат МДИ-100	0,000056	$7 \cdot 10^{-7}$
3	Карбамид	0,0041	$2 \cdot 10^{-4}$

Из таблицы 1 видно, что валовый выброс превышен по всем загрязняющим веществам, следовательно, можно сделать вывод о том, что на производство необходимо внедрять технологию очистки атмосферного воздуха.

Следующий аспект загрязнения окружающей среды – отходы производства полиуретанового клея, количество и состав которых приведен в таблице 2.

Таблица 2

Количество отходов производства

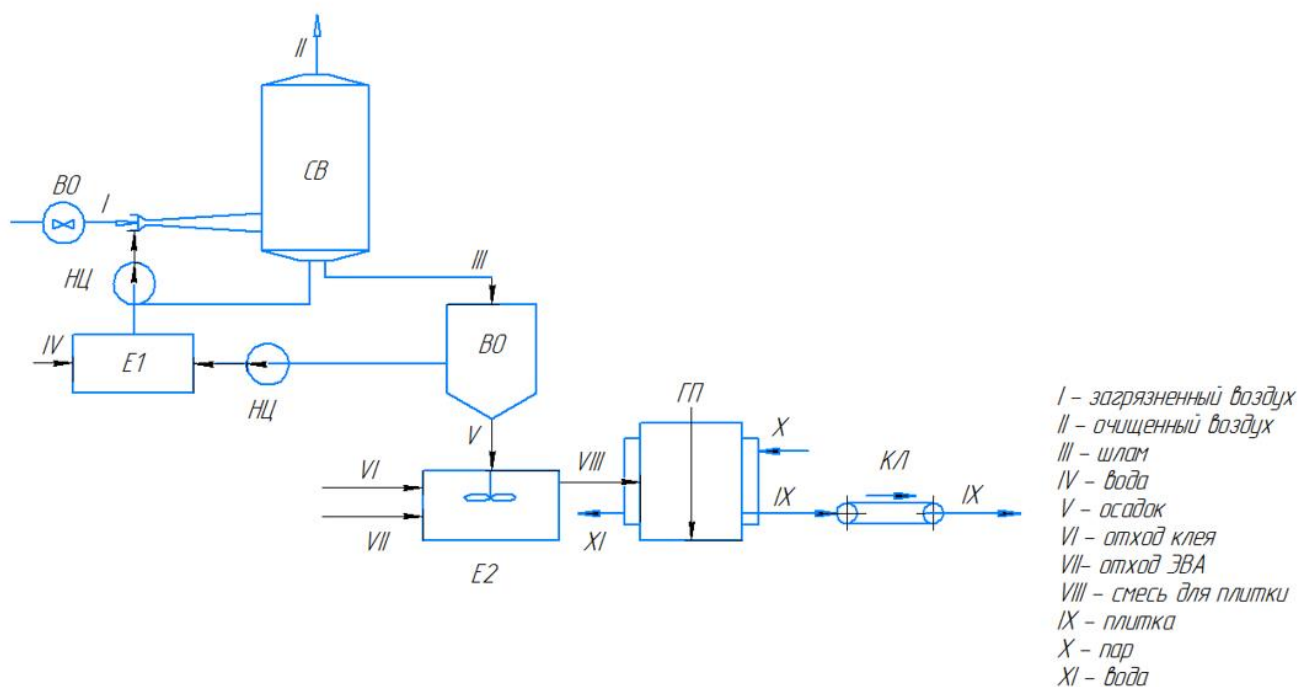
№ п/п	Наименование стадий	Наименование отходов	Количество отходов в год	Примерный состав отходов, % масс.
1	Синтез клея	Тара из-под полиола, изоцианата	4 т	Металл или пластмасса
2	Чистка реактора	Остатки смеси полиола и изоцианата	19 т	Полиол до 50% Изоцианат до 50%

Из таблицы 2 видно, что после чистки реактора остатки готовой смеси

однокомпонентного полиуретанового клея составляют 19 т/год, следовательно, нужно внедрять технологию по утилизации отходов производства.

Анализ загрязнения окружающей среды исследуемым объектом показал, что наибольший вклад в выбросы загрязняющих веществ от деятельности реактора при производстве однокомпонентного полиуретанового клея вносит этиленгликоль – 0,012 т/год, а также что после чистки реактора образуется отход смеси полиола и изоцианата в количестве 19 т/год.

Принципиальная технологическая схема очистки выбросов и утилизации отходов на производстве однокомпонентного полиуретанового клея включает в себя скруббер Вентури, вертикальный отстойник, промежуточную емкость с мешалкой и гидравлический пресс (рис. 1) [3].



ВО – вентилятор осевой, НЦ – насос центробежный, СВ – скруббер Вентури, E1 – емкость для воды, ВО – вертикальный отстойник, E2 – емкость с мешалкой, ГП – гидравлический пресс, КЛ – конвейер ленточный

Рис. 1. Принципиальная технологическая схема очистки выбросов и утилизации отходов производства однокомпонентного полиуретанового клея

Загрязненный воздух (I), в составе которого частицы этиленгликоля, изоцианата МДИ-100 и карбамида, с помощью осевого вентилятора (ВО) подводится в конфузоре скруббера Вентури (СВ), где также с помощью центробежного насоса (НЦ) подается вода (IV) из емкости (E1) для орошения частиц. В конфузоре скруббера происходит осаждение частиц пыли на каплях воды, в диффузоре протекают процессы коагуляции. В каплеуловителе скруббера благодаря тангенциальному вводу газа создается вращение газового потока,

вследствие чего смоченные и укрупненные частицы пыли отбрасываются на стенки и непрерывно удаляются из каплеуловителя в виде шлама (III).

Шлам (III), образованный во время мокрой очистки в скруббере Вентури (СВ), попадает в вертикальный отстойник (ВО), опускается вниз по центральной раструбной трубе, отражается от конусного отражательного щита и поступает в зону осветления. Далее вода (IV) с помощью центробежного насоса (НЦ) поступает на циркуляцию, а осадок (V) идет в емкость с мешалкой (E2), куда также поступают отход клея (VI) и измельченный отход этиленвинилацетата ЭВА (VII).

Полученную смесь (VIII) загружают в гидравлический пресс (ГП), где при температуре 80°C и давлении 12 МПа в течение 30 минут формируется плита (IX).

Окончательный результат достигается при охлаждении плит при комнатной температуре.

Для экономического обоснования природоохранных мероприятий необходимо определить показатели чистого экономического эффекта и общей экономической эффективности.

Затраты на проведение природоохранных мероприятий подразделяются на единовременные капитальные вложения и текущие (эксплуатационные):

1) капитальные – затраты на научные исследования, приобретение оборудования и инвентаря и др.

2) текущие расходы – заработная плата рабочих, связанная с эксплуатацией и содержанием оборудования; отчисления на социальное страхование; затраты на текущий ремонт и содержание зданий, оборудования и инвентаря; амортизационные отчисления на здания, оборудование и др. [4].

В общей сложности капитальные затраты на приобретение очистного оборудования составят 686 тыс. руб.

Общие эксплуатационные затраты составляют 718,2 тыс.руб.

Экономическая оценка ущерба, возникшего в результате выбросов загрязнений в атмосферный воздух, определяется по формуле:

$$Y = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M, \quad (1)$$

где Y – оценка ущерба, руб/год;

γ – константа, численное значение которой равно 2,4 руб/усл.т;

σ – показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха;

f – поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере;

M – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника, усл.т/год.

Приведенная масса годового выброса ЗВ в атмосферу определяется по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i, \quad (2)$$

где N – общее число примесей, выбрасываемых источником в атмосферу.

A_i – показатель относительной агрессивности примеси i -го вида, усл. т/т;

m_i – масса годового выброса примеси i -го вида в атмосферу, т/год.

Рассчитаем приведенную массу годового выброса этиленгликоля, изоцианата МДИ-100 и карбамида в атмосферу до и после внедрения технологии по очистке:

$$M_1 = 0,024 + 0,00112 + 0,0041 = 0,2922 \text{ усл. } \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M_2 = (0,6 \cdot 10^{-4}) + (14 \cdot 10^{-7}) + (0,2 \cdot 10^{-4}) = 0,814 \cdot 10^{-4} \text{ усл. } \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

Эколого-экономический ущерб загрязняющих веществ до и после внедрения технологии очистки:

$$Y_1 = 2,4 \cdot 293000 \cdot 6,07 \cdot 0,2922 = 1247233,5 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$Y_2 = 2,4 \cdot 293000 \cdot 6,07 \cdot 0,814 \cdot 10^{-4} = 347,5 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Предотвращенный экономический ущерб составит:

$$П = Y_1 - Y_2 = 1247233,5 - 347,5 = 1246886 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Чистый экономический эффект определим по формуле:

$$R = П - (С + E_n K) = 1246886 - (718000 + 0,12 \cdot 686000) = 446566 \text{ руб/год.}$$

где $П$ – предотвращенный экономический ущерб, руб/год;

$С$ – годовые эксплуатационные расходы на обслуживание и содержание природоохранных объектов, руб/год;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений природоохранного назначения, равный 0,12;

$К$ – капитальные вложения в природоохранные объекты.

Показатель общей экономической эффективности рассчитаем по формуле:

$$E = \frac{П - С}{К} = \frac{1246886 - 718000}{686000} = 0,77 > 0,12.$$

Таким образом, рассчитанный показатель общей экономической эффективности, равный 0,77, больше нормативного значения, следовательно, предложенная технология очистки выбросов и утилизации отходов однокомпонентного полиуретанового клея, включающая в себя скруббер Вентури, вертикальный отстойник, емкость с мешалкой и гидравлический пресс, является экономически и экологически обоснованным решением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шишакина О.А., Паламарчук А.А. Обзор направлений утилизации техногенных отходов в производстве строительных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 4. С. 198-203.
2. Технологический регламент производства однокомпонентного полиуретанового клея. НИИ полимеров и спецкаучуков, г. Казань, 2020. С. 43.
3. Чуркина А.Ю. Журавлева Л.М. Технологические схемы. Правила выполнения чертежей. Методические указания к курсовому проектированию. Самара: СамГТУ, 2013. С. 41.
4. Баришевский Е.В., Цховребов Э.С., Ниязгулов У.Д. Вопросы эколого-экономической оценки инвестиционных проектов по переработке отходов в строительную продукцию // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 3 (102). С. 260-272.

© Шаяхметова А.Б., Кусова И.В., 2024

УДК 502.5

Ахметова Э.Т., Кусова И.В.

Уфиский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: elina.akhmetova.07@mail.ru

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ

Аннотация. В работе проведен анализ современных технологий отрицательных выбросов углекислого газа, который оказывает негативное воздействие на климат планеты Земля.

Ключевые слова: лесовозобновление, управление земельными ресурсами, производство биоэнергии, усиленное выветривание, прямое улавливание

углерода, улавливание и хранение углерода, удобрение океана

Akhmetova E.T., Kusova I.V.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

ANALYSIS OF NEGATIVE EMISSION TECHNOLOGIES

Abstract. The paper analyzes modern technologies of negative carbon dioxide emissions, which has a negative impact on the climate of the planet Earth.

Keywords: negative emission technologies, carbon dioxide, reforestation, land management, bioenergy production, enhanced weathering, direct carbon capture, carbon capture and storage, ocean fertilization

Технологии отрицательных выбросов (NET) представляют собой методы, предназначенные для компенсации выброса углерода в окружающую среду в виде углекислого газа при использовании ископаемых видов топлива, путем возврата его обратно в постоянное и надежное подземное хранилище [1].

В настоящее время в результате деятельности человека ежегодно выбрасывается около 35 гигатонн углекислого газа, из них от 1,5 до 3,1 гигатонн [2] классифицируются как выбросы, которых трудно избежать. Таким образом, для достижения нулевого углеродного следа требуется не только сокращать выбросы, но и удалять их из атмосферы.

Повышенная концентрация углекислого газа и других парниковых газов в воздухе вызывает изменение климата, например, лесные пожары, жара и повышение уровня моря. Обязательным условием борьбы с изменением климата является быстрое сокращение выбросов, например, путем увеличения использования возобновляемых источников энергии, повышения энергоэффективности, прекращения обезлесения, ограничения выбросов сверхзагрязняющих веществ, таких как гидрофторуглероды (ГФУ), а также использование технологий отрицательных выбросов.

Несмотря на то, что повышение эффективности естественного удаления углерода за счет лесовосстановления и рационального лесопользования длительное время вызывает интерес, усилия по разработке и внедрению новых технологий и подходов активизировались лишь относительно недавно.

Рассмотрим более подробно существующие способы удаления углерода из атмосферы.

Лесовозобновление или облесение. Леса произрастают в сельской местности и городах на государственных и частных землях, принося ряд экологических выгод, включая улучшение качества воздуха и воды, а также

накопление углерода. Затраты на удаление углерода лесами могут варьировать в зависимости от региона, от проекта и экосистемы. Некоторое естественное восстановление и лесовосстановление может происходить само по себе, не требуя прямых затрат. Однако, по оценкам ряда исследований, затраты составляют от 5 до 50 долларов за тонну улавливаемого углекислого газа [2].

Под лесовосстановлением понимается восстановление лесов на недавно обезлесенных землях, а облесение – это создание лесов на землях, на которых были вырублены леса в течение 50 лет и более. Удаление от 1,1 до 3,3 Гт CO₂/год за счет облесения потребует от 320 до 970 млн. га земли [2]. При выращивании леса происходит увеличение фитомассы, изменяется альbedo территории (величина, характеризующая отражательную способность любой поверхности), углеродный баланс почвы и гидрологический баланс. Отсутствие лесов может привести к росту выбросов летучих органических веществ из почвы. Сокращение концентрации углекислого газа не происходит сразу после высаживания лесов, для этого потребуется несколько десятилетий.

Управление земельными ресурсами для увеличения фиксации углерода в почве. Важнейшим хранилищем углерода на планете являются почвы, но за период активного возделывания почв, часть почв потеряла от 50 до 70 % хранившегося там углерода [2]. Почвы естественным образом поглощают углерод, но сельскохозяйственные почвы испытывают большой дефицит вследствие частой вспашки и эрозии в результате земледелия и выпаса скота, Существует множество методов, которые могут увеличить количество углерода, накопленного в почвах, хотя количество и продолжительность поглощения углерода зависят от регионального климата и типа почвы. Ученые разрабатывают культуры с более глубокими корнями, что делает их более устойчивыми к засухе и одновременно вносят дополнительный углерод в почву. Лучшим объектом для депонирования углерода являются болота.

Биоэнергетика улавливания и хранения углерода – это еще один способ удаления углерода, который включает выработку энергии с использованием биомассы, а затем улавливание и связывание образующихся выбросов углекислого газа. Удаление и хранение углерода из биомассы включает в себя ряд процессов, в которых биомасса растений или водорослей используется для удаления углекислого газа из воздуха и последующего хранения его в течение длительного периода времени. Эти методы направлены на то, чтобы использовать способность растений накапливать углерод за пределами их естественного жизненного цикла: в то время как деревья удаляют и накапливают углерод только до тех пор, пока они не разложатся. Удаление углекислого газа с помощью биоэнергетики составляет от 100 до 120 Гт чистого углерода [2]. Источниками

биомассы являются – сельскохозяйственные остатки, лесная биомасса, энергетические культуры.

Усиленное выветривание. Выветривание – это естественный процесс, при котором горные породы или минералы разрушаются и растворяются на поверхности земли под воздействием воды, льда, кислотности, солей, растений, жизнедеятельности животных и изменением температуры. Некоторые минералы естественным образом вступают в реакцию с углекислым газом, превращая его из газа в твердое вещество и надолго удерживают его вне атмосферы. Данный процесс происходит очень медленно, в течение сотен или тысяч лет. В настоящий момент данный подход в основном теоретический, он предложен как для наземной, так и для океанской секвестрации углекислого газа. Океанические методы в данный момент тестируются для того, чтобы убедиться в экологической и экономической целесообразности использования данной стратегии связывания углерода.

Прямое улавливание углекислого газа из окружающего воздуха – это процесс химической очистки воздуха от углекислого газа с последующей его локализацией либо под землей, либо в долговечных изделиях, таких как бетон. Эта технология аналогична технологии улавливания и хранения углерода. Разница лишь в том, что прямое улавливание воздуха удаляет избыток углерода, который уже был выброшен в атмосферу, вместо того, чтобы улавливать его у источника. Для улавливания углекислого газа используются различные технологии, например, технологии адсорбции твердыми материалами или технологии абсорбции жидкостями. Для абсорбции следует применять щелочные и высокощелочные растворы. К недостаткам технологии абсорбции можно отнести то, что процесс улавливания происходит при высокой температуре, образование твердых пылевых частиц, а также потеря воды, образование накипи и коррозии. А технология адсорбции хорошо поглощает углекислый газ. Очистка сорбента от углекислого газа происходит с помощью увеличения температуры или же снижения давления. Преимущества конструкций с твердыми сорбентами: дают возможность экономить энергию, низкие эксплуатационные расходы и применимость в широком диапазоне масштабов.

Измерить и учесть климатические преимущества прямого улавливания воздуха относительно просто и потенциальный масштаб его применения огромен. Однако сегодня технология остается дорогостоящей и энергоемкой. Прямое улавливание воздуха также требует значительных затрат тепла и электроэнергии.

С технической точки зрения, наиболее перспективным является способ снижения содержания углерода в атмосфере на месторождениях добычи нефти и природного газа. Сложность данной технологии заключается в том, что помимо

углекислого газа в пласты попадает кислород, который вступает во взаимодействие с минералами, с соединениями, которые находятся в пластах, он выступает как окислитель, который может привести к образованию ряда окислов азота, которые негативно влияют на пласты. Решение данной проблемы возможно путем охлаждения отходящих газов в дымоходе. В качестве хладоагента можно использовать аммиак, который отделяет углекислый газ от кислорода [3].

Удобрение океана (океаническое питание) – это один из типов климатической инженерии. Был предложен ряд океанических подходов к удалению углерода, позволяющих использовать потенциал океана по связыванию углерода и расширить варианты за пределы наземных применений. Однако почти все эти стратегии находятся на ранних стадиях разработки и требуют дополнительных исследований, а в некоторых случаях и полевых испытаний, чтобы понять, подходят ли они для инвестиций, учитывая потенциальные экологические, социальные и управленческие последствия. Каждый подход направлен на ускорение естественного круговорота углерода в океане. Возможные решения включают усиление фотосинтеза прибрежных растений, морских водорослей или фитопланктона, добавление в морскую воду определенных минералов, которые вступают в реакцию с растворенным CO_2 и задерживают его или пропускание электрического тока через морскую воду для ускорения реакций, которые в конечном итоге помогают извлекать CO_2 . Надо понимать, что данный углерод будет высвобождаться через пищевые цепочки, через включение других гидробионтов в пищевые цепочки и в дальнейшем путем дыхания, путем разложения организмов, которые находятся в Мировом океане. Но часть углерода в виде твердых частиц в конечном итоге осядет в глубоководном океане, где они могут сохраняться веками. Данный процесс хорошо изучен, но использование данной технологии маловероятно из-за высокой стоимости и большого количества микроэлементов (железо, фосфор), которые необходимо вносить в Мировой океан. Железо может навсегда изолировать небольшое количество углерода, связав его и в дальнейшем опустив на дно океана, однако, необходимо помнить, что данный процесс является очень длительным. Железо может стимулировать рост различных видов токсичных водорослей, а также трудно спрогнозировать экологическое воздействие на морскую пищевую сеть, рыболовство, продуктивность Мирового океана, трофические сети. Также железо влияет на потоки других газов, таких как метан, закись азота, которые могут уменьшить выгоду удобрения океана [4].

Таким образом, анализ технологий улавливания углерода показал, что для достижения поставленной цели к 2050 году необходимо сократить выбросы углекислого газа с 50 до 10 Гт в год, а также ежегодно увеличивать удаление

углерода с 0 до 10 Гт с использованием различных походов. Проанализированные методы удаления углекислого газа из атмосферы должны применяться во всем мире, чтобы избежать опасных уровней глобального потепления. За последние несколько лет были сделаны важные шаги в этом направлении, но для реализации национальных и глобальных климатических целей потребуется больше усилий. Крайне важно продолжать увеличивать государственные и частные инвестиции во все направления деятельности по удалению углерода, чтобы определить, какие из них могут стать жизнеспособными вариантами для достижения масштабов удаления углекислого газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нурлыбаев А.Н. Усовершенствование технологии переработки отходов в энергию и улавливание углекислого газа // Молодой ученый. 2024. № 5 (504). С. 65-67.
2. Обучение от Airminers Boot up [Электронный ресурс]. URL: <https://bootup.airminers.com> (дата обращения: 05.09.2024).
3. Katie Lebling, Haley Leslie-Bole, Zach Byrum, Liz Bridgwater. 6 things to know about direct air capture. 2022.
4. James Mulligan, Gretchen Ellison, Kelly Levin, Katie Lebling, Alex Rudee and Haley Leslie-Bole. 6 ways to remove carbon pollution from the atmosphere / // World resources institute. 2023.

© Ахметова Э.Т., Кусова И.В., 2024

2.6. УТИЛИЗАЦИЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

УДК 502.5

Хасанова К.О., Кострюкова Н.В.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: kamilamalik@mail.ru

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ БУРОВОГО ШЛАМА

Аннотация. В работе проведен анализ отечественных разработок по обращению с отходами производства (бурения) образующиеся в процессе строительства разведочных скважин.

Ключевые слова: буровой шлам, отходы бурения, утилизация бурового шлама, термическое обезвреживание

Khasanova K.O., Kostryukova N.V.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

MEASURES FOR DISPOSAL OF DRILLING CUDS

Abstract. The work analyzes domestic developments for the management of production (drilling) waste generated during the construction of exploration wells.

Key words: drill cuttings, drilling waste, disposal of drill cuttings, thermal neutralization

В настоящее время экологической проблемой в нефтедобывающей отрасли является образование отходов бурения: отработанных буровых растворов, буровых сточных вод и бурового шлама [1,2].

Под буровым шламом понимается водная взвесь, в которой твердые частицы являются веществами, образующимися при разрушении поверхности отбитой горной породы и при истирании инструмента, опускаемого в скважины [3,4]. Твердая составляющая бурового шлама может быть представлена также глинистыми минералами (при осуществлении промывки глинистыми растворами) [5].

Рассмотрим основные решения и описание процессов оказания сервисных услуг отечественных разработок по обращению с отходами производства (бурения) образующиеся в процессе строительства разведочных скважин №206, 207, 208, 209, 210 Северно-Тамбейского месторождения.

Технология, предлагаемая ООО «Сервисный центр СБМ».

Данная технология, предлагаемая ООО «Сервисный центр СБМ», предусматривает утилизацию отходов III-V класса опасности, образующихся при бурении эксплуатационных, геологоразведочных скважин, при реконструкции скважин и строительстве дополнительных скважин, а также отходов, образующихся при проверке, освоении скважин с получением материала из отходов строительства и эксплуатации нефтегазоконденсатных скважин, где часть отходов подвергается термическому обезвреживанию, для удаления углеводородной основы отхода.

Общая стоимость предлагаемой технологии, включая стоимость оборудования, заработную плату сотрудникам, траты за электроэнергию и дизельное топливо, а также включая стоимость применяемых реагентов составит 55724404,3 рублей.

Технология, предлагаемая ООО «РАСТАМ-ЭКОЛОГИЯ».

Осуществляет завоз временных ёмкостей объёмом не менее 120 м³ для накопления отходов бурения из-под шнека и ёмкость 30 м³ для переработки отходов бурения в грунт глинистый.

После окончания завоза формируется единый ёмкостной парк из 4 временных накопителей объёмом 120 м³ с системой перетока жидкой фазы отходов бурения.

Отходы бурения на основе раствора на углеводородной основе обезвреживаются с применением установок «УЗГ 1-М» на территории площадки разведочной скважины.

Для переработки отходов бурения на основе раствора на водной основе в нужном количестве завозится песок (минеральный грунт), цемент, сорбент, гипс.

В мерную ёмкость отходы бурения перемещают и равномерно размещаются по всей площади специальной мерной ёмкости. Далее вносится минеральный грунт «Песок», затем сорбент, сформированный массив из отходов бурения, песка и сорбента размещивается ковшом экскаватора. Операция размещивания шламонакопителя повторяется по всей площади ёмкости.

Поверхность выравнивается после первого перемешивания массива. На ровную поверхность наносится портландцемент или цемент, поверх размещается вторая половина песка. Перемешивание массива повторяется после внесения всех элементов. После утилизации отходов бурения полученный грунт глинистый складывается на отдельной площадке.

Общая стоимость предлагаемой технологии, включая стоимость оборудования, заработную плату сотрудникам, траты за электроэнергию и дизельное топливо, а также включая стоимость применяемых реагентов составит 51824872,02 рублей.

Технология, предлагаемая ООО НПП «СОЮЗГАЗТЕХНОЛОГИЯ».

Предлагаемая технология предусматривает утилизацию отходов бурения при безамбарной схеме организации бурения скважин, где конечной целью является получение строительного материала «Гравилат», который подходит для дорожных покрытий в промышленном строительстве, в т.ч. при обустройстве объектов месторождений углеводородного сырья, а также для рекультивации нарушенных земель, ликвидации шламовых амбаров и временных шламонакопителей в качестве грунта или рекультивационного субстрата в смеси с торфом.

Общая стоимость предлагаемой технологии, включая стоимость оборудования, заработную плату сотрудникам, траты за электроэнергию и дизельное топливо, а также включая стоимость применяемых реагентов составит 37726498,3 рублей.

Вопрос обезвреживания утилизации бурового шлама на разведочных скважинах №206-210 Северно-Тамбейского месторождения возможен с применением трех различных технологий с разной степенью эффективности, различной стоимостью реализации проекта и различными использованиями продуктов вторичной переработки. Предлагается на данном этапе путем методов системного анализа определиться с наиболее приемлемым методом обезвреживания и утилизации бурового шлама.

Таблица 1

Данные для задачи многокритериального выбора

	Критерии			
	Экологическая эффективность технологии	Использование вторичного продукта переработки	Экономическая эффективность технологии	Срок окупаемости технологии
ООО «Сервисный центр-СБМ»	2	2	1	3
ООО «РАСТАМ-ЭКОЛОГИЯ»	3	2	2	2
ООО «СОЮЗГАЗТЕХНОЛОГИЯ»	3	3	3	2

Ввиду небольшого количества критериев, данную задачу можно решить с использованием соответствующих математических алгоритмов, так как дают численные доказательства в пользу той или иной альтернативы. Упростить процесс вычислений предлагается с помощью программного продукта Mpr_Dipl.

Для того чтобы начать работу с программой необходимо внести в нее исходные данные из таблицы 1. Результаты заполнения соответствующего программного поля представлены на рис. 1.

Ввод и редактирование данных

	Крит. 1	Крит. 2	Крит. 3	Крит. 4
Название	Экологич продукта	Экономич	Срок окуп	
Порядок	0	0	0	0
Ниж.пр.	1	1	1	1
Верх.пр.	5	5	5	5
Альт. 1	2	2	1	3
Альт. 2	3	2	2	2
Альт. 3	3	3	3	2

Рис. 1. Ввод данных в программу Mpr_Dipl

Результат программы представлен на рис. 2.

Двойники аксиоматических методов

Номер альтернативы: 1

Альтернатива :

2
2
1
3

Метод:

- Метод взвешенной суммы
- Лексикографическое упорядочивание
- Мультипликативный метод

Вид F(x):

- $F(x) = \sum$
- $F(x) = \prod$

Веса критериев:

W1 =	0.4
W2 =	0.1
W3 =	0.3
W4 =	0.2

Рис. 2. Результат программы Mpr_Dipl

Таким образом, на основании системного анализа в результате решения поставленной задачи установлено, что наиболее эффективным методом утилизации бурового шлама является технология, предлагаемая ООО «Сервисный центр - СБМ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулейманова Р.М., Кострюкова Н.В., Мельникова А.С. Повышение уровня безопасности функционирования трубопроводов для транспортировки

- нефтепродуктов на основе применения труб из полимерно-композиционных материалов // Успехи современного естествознания. 2023. № 7. С. 115-120.
2. Кострюкова Н.В., Мельникова А.С., Ситникова Э.А. Экологичный нефтесорбент из отхода рисового производства // Вестник НЦБЖД. 2023. № 3 (57). С. 119-126.
3. Нафикова Э.В., Александров Д.В., Мартынова О.Г., Ахметшин Р.И., Чувашаева К.Р. Оценка эффективности системы очистки сточных вод нефтеперерабатывающего предприятия с помощью фрактального анализа // Техносферная безопасность. 2022. № 1 (34). С. 9-15.
4. Кальсин Н.А., Насырова Э.С. Мероприятия по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: материалы IX международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Москва, 2024. С. 95-97.
5. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (в ред. от 18.01.2024 № 19).

© Хасанова К.О., Кострюкова Н.В., 2024

УДК 502.5

Исмагилова И.А., Мусина С.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: Ismaghilova.Irina@mail.ru

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ СКОПА СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО- БУМАЖНОГО КОМБИНАТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Аннотация. Рассмотрены существующие методы обезвоживания скопа сточных вод целлюлозно-бумажного производства. Обоснован выбор гравитационно-механического способа обезвоживания отхода для обеспечения снижения воздействия целлюлозно-бумажного комбината на окружающую среду.

Ключевые слова: целлюлозно-бумажное производство, скоп сточных вод, сжигание, электроосмос, гравитационно-механическое обезвоживание

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR DEWATERING WASTEWATER SAMPLES TO REDUCE THE IMPACT OF A PULP AND PAPER MILL ON THE ENVIRONMENT

Abstract. Existing methods for dewatering wastewater from pulp and paper production are considered. The choice of the gravitational-mechanical method of waste dehydration is justified to ensure a reduction in the impact of the pulp and paper mill on the environment.

Key words: pulp and paper production, wastewater accumulation, combustion, electroosmosis, gravitational-mechanical dewatering

Целлюлозно-бумажное производство (ЦБП) является одним из основных загрязняющих окружающую среду отраслей, в особенности из-за потребности в большом объеме воды: для изготовления 1 тонны бумаги требуется 100-150 тонн воды и как следствие образуется большое количество стоков, которые требуют очистки.

Осадки сточных вод содержат широкий спектр разнообразных органических и неорганических веществ биогенного и абиогенного происхождения, в том числе токсичные элементы (тяжелые металлы, мышьяк, фтор и др.), патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов, нефтепродукты и т.д., которые оказывают негативное влияние на почву. Кроме того, осадки содержат в себе пучки волокон (скоп), которые также ухудшают санитарное состояние поверхностных вод, поэтому их необходимо утилизировать или перерабатывать [1]. Основная масса скопа не находит практического применения и складывается на полигонах или подлежит захоронению, вызывая масштабное вторичное загрязнение окружающей среды. Захоронение отходов – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду. Такой способ является экологически опасным [2].

Переработка скопа сточных вод – достаточно трудоемкий и затратный процесс, учитывая, но все же экологически более безопасным, поэтому на сегодняшний день ЦБП все больше ориентируются на переработку скопа и использование в технологическом процессе в качестве вторичного сырья.

Скоп сточных вод содержит достаточное количество как органических, так неорганических веществ, поэтому использование осадка как вторичного сырья зависит от его химического состава [3]. На основе анализа литературных данных в таблице 1 приведен средний состав скопа, образующийся на предприятиях ЦБП.

Таблица 1

Средний химический состав скопа ЦБП [4]

Наименование компонента	Содержание, % масс
Влажность	78,47
Органическое вещество	96,5
Азот общий	0,23
Фосфор общий	0,046
Калий общий	0,023
Кадмий	<0,001
Медь	<1,0
Ртуть	<0,0005
Свинец	<0,01
Цинк	<1,0

Из таблицы 1 можно сделать вывод о том, что скоп характеризуется достаточно высокой влажностью и в значительной степени содержит органические вещества. Обводненность осложняет задачу переработки, поэтому для повторного использования скоп необходимо предварительно обезвожить.

Согласно НДТ 4.1.21 в ИСТ-1-2022 «Обезвоживание осадков очистных сооружений» возможно применение следующих аппаратов удаления воды: ленточные прессы, шнековые прессы, центрифуги-декантаторы, камерные фильтр-прессы (таблица 2). Исходя из анализа систем очистки стоков наибольшее распространение получил гравитационно-механический метод, реализованный в таких аппаратах. Данный метод эффективен для использования, так как ленточные прессы позволяют получить достаточно высокое содержание сухих веществ: 40-50% для волокнистого осадка и 25-40% для смеси волокнистого, биологического и химического осадков. Также широко применяются шнек-прессы, позволяющие достичь еще большего содержания сухих веществ. Применение шнек-прессов после ленточных прессов позволяет увеличить содержание сухих веществ на 10%. Технология проста в эксплуатации и обслуживании и имеет высокую стойкость к коррозии. Кроме того, обезвоженный таким методом скоп можно использовать в качестве топлива для котельных.

Говоря о других механических аппаратах обезвоживания, можно сказать, что, обезвоживание центрифугами декантаторами требует больших капитальных затрат, но при этом обладают маленькой разделительной способностью. Также при работе они вызывают вибрацию, которая создает шум до 70-80 дБ [5]. Камерные фильтр-прессы, как и центрифуги-декантаторы требуют высоких

капитальных затрат, но имеют низкую скорость фильтрации. Также они имеют ограниченную производительность, что вызывает трудности в их использовании [6].

Таблица 2

Преимущества и недостатки механических аппаратов для обезвоживания скопа

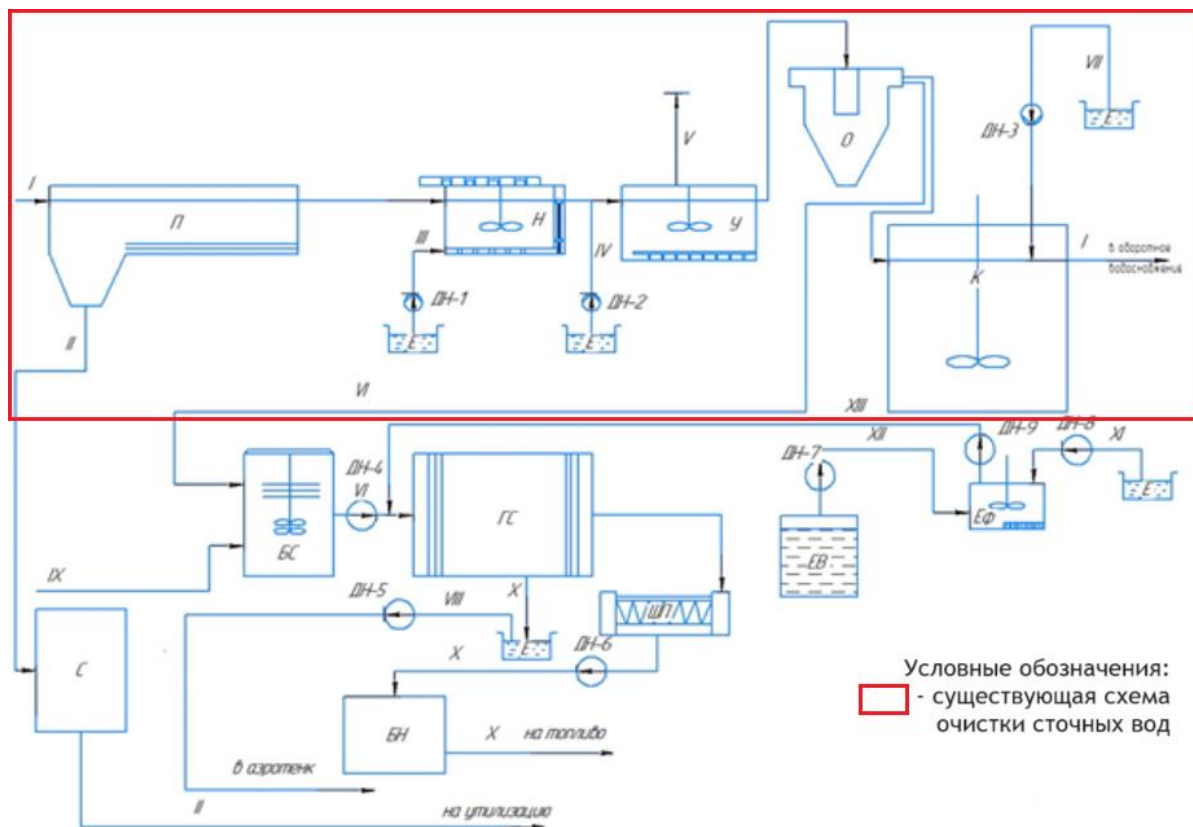
Название аппарата	Преимущества	Недостатки
Гравитационный стол - шнековый	Высокое содержание сухих вещества (25-40%), вторичное использование скопа, сочетание двух механизмов (ленточных пресс и шнек-пресс), что позволяет увеличить эффективность работы	Высокие капитальные затраты
Центрифуга-декантатор	Простота использования, герметичность, компактность	Высокие капитальные затраты, низкая разделительная способность
Камера фильтр-пресса	Позволяет проводить промывку и продувку осадка при его механическом сжатии, автоматическая система промывки фильтровальных полотен	Высокие капитальные затраты, низкая фильтрационная способность

На основании анализа нормативно-технической литературы была усовершенствована существующая принципиальная схема обезвоживания скопа сточных вод на одном из предприятий ЦБК гравитационно-механическим методом (рис. 1), состоящая из таких основных аппаратов, как: песколовка, усреднитель, нейтрализатор, контактная камера, бак скопа, гравитационный стол, шнековый пресс.

Предварительная механическая очистка воды от взвешенных веществ происходит в песколовке (П). Исходные стоки (I) подаются в песколовку (П) и поступают в зону отстаивания. Отделившийся песок (II) поступает в сборник для уловленных взвешенных веществ (С) и утилизируется. После песколовки (П) вода направляется в смеситель-нейтрализатор (Н). Стоки проходят через емкость свободно, если их рН – находится в допустимых пределах. При изменении значений дозировочный насос (ДН-1) начинает подавать 30%-ый раствор серной кислоты (III), где вода подкисляется от рН=10 до рН=8. При достижении рН

нужных значений подача жидкости-нейтрализатора прекращается, останавливается миксер. Подкисленная вода направляется в усреднитель (У), где через дозировочный насос (ДН-2) подается коагулянт (сульфат алюминия) (IV). Далее вода поступает в первичный отстойник (О), а отделившийся осадок (VI) поступает в бак скопа (БС). Затем вода направляется в контактную камеру (К), где происходит дезинфекция воды. В контактную камеру с помощью дозировочного насоса (ДН-3) подается раствор гипохлорита натрия (VII). Далее очищенная поступает в обратное водоснабжение.

В бак скопа (БС) поступает осадок с первичного отстойника (О), а также активный ил с иловой насосной. В баке осадка, оснащенной мешалкой, происходит смешивание осадка, имеющего концентрацию 2-4% сухого остатка и избыточного ила, имеющего концентрацию 1-2% и с помощью насоса (ДН-4) поступает на гравитационный стол, где с помощью ленточного сита, под действием силы гравитации и силы тяжести осадок обезвоживается. Вода просачивается сквозь полотно сита, собирается в поддоне и отводится (X) в емкость фильтрата (Е) (VIII) для анализа и необходимой минерализации. После емкости фильтрат перекачивается в аэротенки для повторной очистки. Волоконная масса (XIV) в виде загустевшего слоя остается на поверхности сита, транспортируется ленточным ситом к разгрузочному концу гравитационного стола, где удаляется с посредством шабера и отправляется в бак накопитель (БН) с помощью насоса (ДН-6). Для максимального обезвоживания шлама насосом (ДН-8) из емкости (Е) подается приготовленный флокулянт (XI) параллельно с водой (XII) из бака (ЕВ) в емкость флокулянта (Еф), где смешивается с водой в концентрации 3,5-5%. Далее приготовленный раствор (XIII) поступает на гравитационный стол. Обезвоженный скоп отправляется на вторичное использование в качестве топлива для котельной.



П – песколовка, Н – смеситель-нейтрализатор, У- усреднитель, О – отстойник, К – контактная камера, С – сборник, БС - бак скопа, ГС – гравитационный стол, БН – бак накопитель, Е – емкость, Еф – емкость приготовления флокулянта, ЕВ – емкость технической воды, ДН – дозировочный насос.

I – сточная вода, II – взвешенные вещества, III – 30-% раствор серной кислоты, IV – раствор сульфата аммония, V – отдувка сернистых соединений, VI – осадок, VII – гипохлорит натрия, VIII – фильтрат, IX – ил, X – обезвоженный скоп, XI – флокулянт, XII – техническая вода, XIII – приготовленный флокулянт.

Рис. 1. Принципиальная технологическая схема обезвоживания скопа

Гравитационно-механический метод отличается от других следующими преимуществами:

применим для любых размеров сооружений;

низкая влажность полученного скопа;

эффективно обезвоживает осадок с высоким содержанием взвешенных веществ;

обезвоженный скоп можно использовать в качестве топлива для котельных станций.

Также при выборе метода обезвоживания важной технической характеристикой аппаратов является величина полного давления на прессующую поверхность. Полное давление – это значение давления, при котором оборудование, находящееся в состоянии под давлением газов или паров,

функционирует в соответствии с заданными параметрами. Оно определяется по формуле (1) [7]:

$$P = H + q_x, \text{ МПа} \quad (1)$$

где H – нейтральное давление, определяемое напором фильтруемого продукта, которое рассчитывается по формуле (2);

q_x – эффективное давление, воспринимаемое скелетом продукта.

$$H = (P_f + P_u) \cdot \rho \cdot g, \text{ МПа} \quad (2)$$

где P_f – напор фильтрации;

P_u – напор истечения через перфорацию рабочей камеры;

ρ – плотность осадка;

g – ускорение силы тяжести.

Так величина полного давления равна примерно 7 МПа. Такая величина давления обеспечит нормальное и безопасное обезвоживание скопа гравитационно-механическим методом.

Таким образом, применение гравитационно-механического метода обезвоживания скопа сточных вод позволит обеспечить топливом котельные станции. Кроме того, этот метод сочетает в себе два аппарата – гравитационный стол и шнековый пресс, что позволяет увеличить эффективность использования оборудования до 93% [8]. Выбор данных аппаратов является более целесообразным по сравнению с другими приведенными механическими аппаратами для обезвоживания скопа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Халиуллина Э.И., Мусина С.А. Снижение негативного воздействия на гидросферу деревообрабатывающим предприятием // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020). 2020. С. 347-352.
2. Слепцов А.В. Захоронение отходов как наиболее опасный вид деятельности для недр. 2019.
3. Ветошкин А.Г. Защита литосферы от отходов: учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. Т. 189.
4. Ширинкина Е.С., Айтжанова У.М. Переработка скопа, образующегося в технологическом процессе картонно-бумажного производства // European science. 2016. № 2 (12). С. 13-16.

5. Преимущества и недостатки центрифуги-декантатора. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://ru.huadacentrifuge.com/news-advantages-and-disadvantages-of-decanter-centrifuge.html>.
6. Преимущества и недостатки камерный фильтр-прессов. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.filterpressmanufacture.com/news/advantages-and-disadvantages-of-chamber-filter-66740566.html>.
7. Степанова Е.Г. Оценка эффективности работы отжимного ленточного пресса для растительного сырья // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2014. № 9. С. 109-114.
8. Панфилов П.Ф. Исследование влияния перемешивания флокулянтов в статических смесителях с суспензиями отходов флотации на эффективность их обезвоживания на гравитационном столе // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2005. № 6. С. 329-331.

© Исмагилова И.А., Мусина С.А., 2024

УДК 574.5

Тютин А.Д.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону,
Российская Федерация
e-mail: ad.tyutina@sci.donstu.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ МОРЕПРОДУКТОВ И АКВАКУЛЬТУРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. В работе проведен анализ о ненадлежащей утилизации отходов современного производства. По мере того, как ресурсы становятся все более ценными, биоэкономика замкнутого цикла находит все более широкое признание в научных кругах и применение в промышленности. Потребление морепродуктов растет во всем мире, что приводит к образованию большого количества отходов и загрязнению окружающей среды. Отходы устричных раковин вызывают серьезные проблемы в океанах и при утилизации на свалках. Строительство, являясь ключевым видом мировой промышленности, ежегодно потребляет огромное количество сырья. В последние годы увеличивается использования отходов аквакультуры в качестве замены ингредиентов бетона. Большинство видов отходов аквакультуры могут с успехом замещать минеральный наполнитель в бетоне.

Ключевые слова: отходы аквакультуры, бетон, использование отходов аквакультуры

Donskoy State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

THE USE OF SEAFOOD AND AQUACULTURE WASTE IN CONSTRUCTION

Abstract. The paper analyzes the improper disposal of waste from modern production. As resources become more valuable, closed-loop bioeconomics is increasingly being recognized in scientific circles and applied in industry. Seafood consumption is increasing worldwide, which leads to the formation of large amounts of waste and environmental pollution. Oyster shell waste causes serious problems in the oceans and when disposed of in landfills. Construction, being a key type of global industry, consumes a huge amount of raw materials every year. In recent years, the use of aquaculture waste as a substitute for concrete ingredients has been increasing. Most types of aquaculture waste can successfully replace mineral aggregate in concrete.

Key words: aquaculture waste, concrete, use of aquaculture waste

За последнее столетие резкий рост населения планеты и потребительских запросов привел к массовому потреблению энергии и ресурсов, серьезно повлияв на экосистемы и биоразнообразие. В то же время ненадлежащая утилизация отходов промышленного производства и побочных продуктов также наносит ущерб окружающей среде и здоровью человека. Таким образом, устойчивая система производства пищевых ресурсов посредством эффективной переработки для сокращения отходов будет способствовать охране окружающей среды. По мере того, как ресурсы становятся все более ценными, биоэкономика замкнутого цикла находит все более широкое признание в научных кругах и применение во многих отраслях промышленности. Принципы биоэкономики включают повторное использование, переработку отходов, и их циклический круговорот. Значительное внимание исследователей, занимающихся проблемами, возникающими при рециклинге биологических отходов, привлекает возможность создания новых, в том числе конструкционных строительных материалов из этих самых отходов [1].

Накопление отходов морепродуктов и аквакультуры, приводящее к загрязнению окружающей среды, является прямым следствием неуклонного роста их мирового потребления, как источников легкодоступного белка.

Так, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, мировое производство морепродуктов (рыбы, моллюсков, ракообразных и других водных животных) в 2017 году достигло почти 175 миллионов тонн, из которых 25% оказались ненужными. В частности, мясо ракообразных составляет около 40%, а остальные 60% несъедобны, накапливая большое количество отходов ракообразных. В 2020 году мировой уровень

производства ракообразных достиг 16,83 млн. тонн. При этом образуется 7-9 млн. тонн отходов производства омаров, крабов и креветок [2].

Двустворчатые моллюски – это организмы, состоящие более чем на 95 % из карбоната кальция, и ежегодно 5 млн. тонн, связанных с ними отходов, утилизируются незаконно. Отходы устричных раковин вызывают серьезные проблемы в океанах из-за их захоронения в больших количествах, поскольку они заиливают и эвтрофицируют в заливах [3]. Кроме того, при микробиологическом разложении, гниении, эти отходы привлекают всевозможных насекомых и паразитов при утилизации на свалках. Это приводит, помимо загрязнения окружающей среды, к повышению уровня эпидемиологической опасности и значительному снижению качества жизни населения, проживающего вблизи этих мест.

В этой связи необходимо заметить, что только комплексный научный подход к насущной задаче утилизации отходов аквакультуры может дать положительный результат. Таким образом, могут быть решены или, по крайней мере, в значительной мере купированы две проблемы. Первая, это предотвращение загрязнения окружающей среды и снижение нагрузки на экосистему. Вторая – экономия природных ресурсов.

Переработка материалов играет решающую роль в преодолении текущих экологических проблем. Это включает в себя процесс преобразования отходов в новые продукты, что позволяет снизить потребность в невозобновляемом природном сырье. Более полное использование отходов морепродуктов стало бы важнейшим методом устойчивого использования ресурсов и главной целью экономики замкнутого цикла.

Строительство является ключевым видом мировой промышленности, ежегодно потребляющим огромное количество сырья. Помимо использования невозобновляемых натуральных материалов, строительство новых зданий и инфраструктуры является причиной значительной доли глобальных выбросов парниковых газов.

В настоящее время тенденция к использованию менее энергоемких, экологически чистых, инновационных, доступных, устойчивых, удобных в использовании строительных материалов с низким выбросом углекислого газа является предметом интереса многих исследователей [4].

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению использования отходов аквакультуры в качестве замены конкретных ингредиентов бетона. Большинство видов отходов аквакультуры представляют собой скорлупу раковины, которая может с успехом замещать минеральный заполнитель в бетоне.

Устрицы – крупнейшие в мире культивируемые моллюски и один из важных морских биологических ресурсов, доступных человеку. Устричные раковины содержат более 90% CaCO_3 , который является ценным ресурсом. Их можно использовать в качестве крупного заполнителя в бетоне.

При изложенных выше обстоятельствах актуальными являются исследования, ставящие своей целью определить возможность полной или частичной замены отдельных составляющих бетона, таких как заполнители, на целые или молотые с различной степенью дисперсности раковин моллюсков. При использовании устричных раковин для замены щебня наблюдалось некоторое снижение модуля упругости бетона. Кроме того, снижалась и его долгосрочная прочность. Были получены результаты, позволяющие установить корреляцию между количеством, размером раковин моллюсков, замещающих щебень и модулем упругости бетона и его прочностью при сжатии [5].

Раковины устриц, подвергнутые предварительному измельчению (помолу) могут стать достойным заменой сыпучих заполнителей в бетоне. Однако размер фракций песка из устричных раковин может повлиять на текучесть цементного раствора и снизить его рабочие характеристики в процессе смешивания. Когда содержание песка из устричных раковин достигает 20% по сравнению с натуральным песком в цементном растворе, прочность цементного раствора на сжатие существенно не снижается. Что касается долгосрочной долговечности, то благодаря наличию раковин устриц также были улучшены стойкость бетона к замерзанию и оттаиванию и водопроницаемость. Установлено также, что основные прочностные и эксплуатационные характеристики бетона, такие, как, например, химическая эрозия, могут слабо зависеть от степени замещения традиционных сыпучих заполнителей ракушечными [6].

При помолу раковин устриц достигается, как правило, более высокая степень дисперсности фракций. По сравнению с обычным строительным раствором, смешивание портландцемента с молотыми устричными раковинами снижает скорость усадки строительного раствора.

Раковины мидий вполне пригодны для получения из них известняка, поскольку их панцирь содержит до 97 % карбоната кальция CaCO_3 . Мидии являются двустворчатыми съедобными моллюсками, покрытыми клинообразной твердой треугольной скорлупой с неравными сторонами в длину до 10 см. Местами обитания их популяций, как правило, являются прибрежные скалы и бетонные камни и волнорезы. Однако, в последние годы, замечен значительный рост числа акваплантаций, занимающихся разведением мидий в основном в целях получения съедобного деликатесного белкового продукта. Соответственно растут объемы отходов.

Резкий рост объемов отходов из раковин мидий заставил исследователей вплотную заняться проблемой их эффективной утилизации. Известняк, содержащийся в панцире мидий, может с успехом использоваться при изготовлении бетона в качестве сыпучего заполнителя. При помоле раковин мидий образуется пористая игольчатая мелкодисперсная структура. Введение такого заполнителя снижает расход воды, повышает прочность бетона при сжатии. В зависимости от степени дисперсности достигнутой при помоле и процентном соотношении доли заполнителя из мидий в общем объеме раствора, могут быть получены различные механические и эксплуатационные характеристики строительного материала [7].

Согласно другим исследованиям [8], особенности формы раковины мидии и структуры ее строения оказывают в конечном итоге влияние на процесс гидратации бетона, увеличивая его пористость. Кроме того, было отмечено, что плоская слоистая форма раковин снижает осыпаемость бетона, а также влияет на сцепление с заполнителем.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

1. Неуклонный рост населения на планете и постоянное повышение его потребностей в потреблении, делает неизбежным увеличение потребления аквакультур и морепродуктов в мировой экономике.

2. Увеличение производства аквакультуры и добычи морепродуктов вызовет экстремальный рост объемов отходов. Дефицит энергии, минеральных ресурсов, мусорных полигонов и т.д. стимулирует максимально использовать отходы производства аквакультур и морепродуктов.

3. Строительство является на сегодняшний день ключевой отраслью мировой экономики и крупнейшим генератором парниковых газов и твердых отходов. Эта отрасль может снизить свое пагубное давление на экологию, применяя отходы производства аквакультур и морепродуктов для производства стройматериалов, в частности бетона. Таким образом, комплексно решаются одновременно две задачи. Снижаются экологически вредные разработки твердых заполнителей бетона и утилизируются раковины моллюсков.

4. Многочисленные исследования свидетельствуют о возможности вполне успешного замещения традиционных заполнителей бетонного раствора раковинами моллюсков.

5. Механические, эксплуатационные и другие свойства бетонов с использованием отходов аквакультур и морепродуктов могут превосходить традиционные. Процессы изготовления и свойства новых бетонов нуждаются в дальнейшем исследовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Xu C., Nasrollahzadeh M., Selva M., Issaabadi Z., Luque R. Waste-to-wealth: Biowaste valorization into valuable bio(nano)materials // *Chemical Society Reviews*. UK: Royal Society of Chemistry. 2019. № 48. С. 4791-4822.
2. Debeaufort F. Active biopackaging produced from by-products and waste from food and marine industries // *FEBS Open Bio*. USA: John Wiley & Sons. 2021. № 11(4). С. 984-998.
3. Jung S., Heo N.S., Kim E.J., Oh S.Y., Lee H.U. и др. Feasibility test of waste oyster shell powder for water treatment // *Process Safety and Environmental Protection*. UK: Institution of Chemical Engineers. 2016. №102. С. 129-193.
4. Bo W., Yong Y., Chen, Z. P. Shape Effect on Compressive Mechanical Properties of Compound Concrete Containing Demolished Concrete Lumps // *Construction and Building Materials*. UK: Elsevier Ltd. 2018. № 187. С. 50-64.
5. Yang E., Yi S., Leem Y. Effect of Oyster Shell Substituted for Fine Aggregate on Concrete Characteristics: Part I. Fundamental Properties // *Cement Concrete*. Netherlands: Elsevier Ltd. 2005. № 35. С. 2175-2182.
6. Kuo W., Wang H., Shu C., Su D. Engineering Properties of Controlled Low-Strength Materials Containing Waste Oyster Shells // *Construction and Building Materials*. UK: Elsevier Ltd. 2013. № 46. С. 128-133.
7. Ballester P., Mármol I., Morales J., Sánchez L. Use of limestone obtained from waste of the mussel cannery industry for the production of mortars // *Cement Concrete*. Netherlands: Elsevier Ltd. 2007. № 37. С. 559-564.
8. Salmabanu L., Ta-Wui C., Ismail, L. Incorporation of natural waste from agricultural and aquacultural farming as supplementary materials with green concrete: a review // *Composites Part B Engineering*, UK: Elsevier Ltd. 2019. № 175

© Тютин А.Д., 2024

УДК 664.123.6

Мельникова А.С.¹, Кострюкова Н.В.²

¹Институт городской среды Китайской академии наук, г. Сямынь, Китай

²Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: annamel7@mail.ru

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИННОВАЦИОННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Аннотация. В текущем исследовании произведен анализ инновационных решений в сфере вторичного использования свекловичного жома с целью получения ценных компонентов. Рассмотрены области использования свекловичного жома, такие как: очистка воды от различных поллютантов, биотехнологии, производство пектина и высокобелковых кормовых добавок.

Ключевые слова: свекловичный жом, вторичное использование, сорбенты, пектин, биотехнологии, пектин

Melnikova A.S.¹, Kostryukova N.V.²

¹Institute of Urban Environment of the Chinese Academy of Sciences, Xiamen, China

²Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

ANALYSIS OF INNOVATIVE BEET PULP PROCESSING METHODS IN ORDER TO OBTAIN VALUABLE COMPONENTS

Abstract. The current study analyzes innovative solutions in the field of secondary use of beet pulp in order to obtain valuable components. The areas of beet pulp use are considered, such as: water purification from various pollutants, biotechnology, production of pectin and high-protein feed additives.

Keywords: beet pulp, secondary use, sorbents, pectin, biotechnology, pectin

В связи с увеличением численности населения и растущими потребительскими потребностями необходимо рационально использовать природные ресурсы, переходить на углеродно-нейтральные технологии производства и внедрять практики биоэкономики и экономики замкнутого цикла.

Большое внимание исследователей приковано к органическим отходам на растительной основе, поскольку эти материалы легкодоступны, имеют низкую стоимость, поддаются биологическому разложению, содержат огромное количество целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина и являются биосовместимыми с другим материалами. Одними из ярких представителей растительных отходов с высоким потенциалом вторичного использования является свекловичный жом.

В текущем исследовании произведен анализ инновационных решений в сфере вторичного использования свекловичного жома с целью получения ценных компонентов.

Основными недостатками свекловичного жома, являются плохая гидрофобность и низкая химическая стабильность, которая ограничивает его применение во многих областях. Поэтому многие ученые используют химических/физических методы обработки для более эффективного применения материала. На рис. 1 представлены основные области применения свекловичного жома в качестве сырья для производства ценных продуктов.

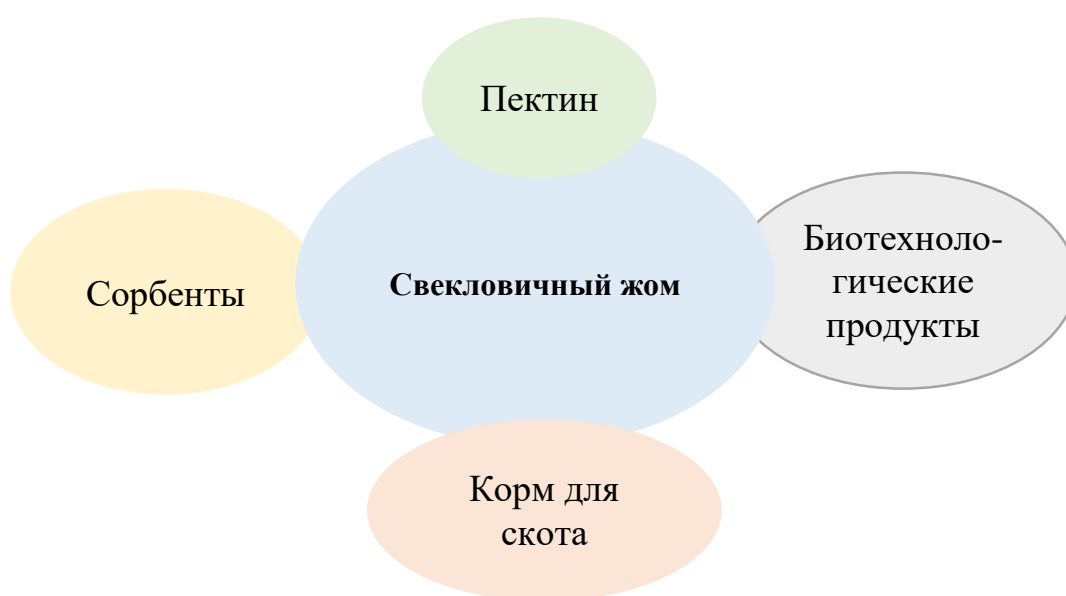


Рис.1. Области применения свекловичного жома

В следствие активного развития промышленности, многие водные объекты подвержены загрязнению. Крайне важно разрабатывать новые передовые технологии по очистки воды от различных поллютантов, таких как тяжелые металлы, нитраты, нефтепродукты, фосфатные группы и т.д. В этой области была проделана большая работа с использованием свекловичного жома, которая обсуждается ниже.

В исследование [1] авторами была изучена обработка СВЧ-излучением сухого свекловичного жома с целью получения нефтесорбента для ликвидации аварийных разливов нефти. Нефтеемкость модифицированного материала выросла на 54,7% в сравнение с необработанным материалом и составила 3,97 г/г.

Qiang Liua и другие получили новый адсорбент из жома сахарной свеклы обработанный гидроксидом железа для сорбции таких химических элементов как

Ca^{2+} , Cu^{2+} и Pb^{2+} [2]. Максимальное значение сорбционной емкости по Ca^{2+} , Cu^{2+} и Pb^{2+} составляли 27,48, 44,95 и 110,99 мг/г, соответственно, в то время сорбционная емкость необработанного свекловичного жома только 4,70, 10,16 и 32,89 мг/г, соответственно.

Свекловичный жом является распространенным сырьем в биотехнологиях для получения ценных продуктов переработки, таких как: удобрения, биотопливо и другие.

Demiral извлекали биотопливо из свекловичного жома, подвергая его пиролизу в камере с неподвижным слоем. Химические компоненты синтезированного биотоплива были проанализированы с использованием методов инфракрасной хроматографии с преобразованием Фурье и колоночной хроматографии, и они показали увеличение удельной теплоты сгорания с 16,45 до 27,32 МДж/кг, увеличение содержания углерода с 42,67 до 60,47%, и увеличение содержания азота с 1,95 до 3,45% [3].

Следует отметить, что свекловичный жом подходит для культивирования различных штаммов эндофитных грибов.

В статье [4], рассмотрена переработка свекловичного жома с исследованием процессов гидролиза для получения гидролизатов, и с последующим использованием их как компонентов питательной среды для получения ценных биотехнологических продуктов.

Микроводоросль *Chlorella* была успешно выращена в богатых кислотой гидролизатах, которые были получены путем ферментации свекловичного жома с переваренным молочным навозом в условиях отсутствия доступа воздуха [5]. Результаты показали, что процесс гидролиза и подкисления в процессе ферментации приводит к выделению VFA составило 8,1 г/л, а *Chlorella* продемонстрировала наилучший рост и снижение содержания питательных веществ в трехкратно разбавленном гидролизате, при этом конечная плотность биомассы составила 2,17 г/л.

Традиционным свекловичный жом используют в качестве подкормки для крупнорогатого скота, так как он имеет высокую пищевую ценность.

В статье [6] изучили эффективность использования сухого жома в кормлении цыплят-бройлеров. Определили его оптимальные дозы внесения в комбикорм для цыплят-бройлеров, как он влияет на сохранность поголовья, среднесуточный прирост, потребление и затраты корма. Данные исследования дали возможность выяснить, что за счет использования местного, безвредного и дешевого корма (сухой жом) можно повысить кормовую базу, увеличить поголовье выращивания цыплят-бройлеров и валовое производство продукции птицеводства.

Исследователи Patelski и другие [7] преобразовали свекловичный жом в одноклеточный белок с помощью пяти различных видов грибов, а именно *Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichosporon cutaneum*, *Pichia stipitis* и *Candida guilliermondii*. Процедура преобразования свекловичного жома включала в себя несколько стадий, одной из которых был гидролиз ферментами *vis cozyme* и *ultraflo max* в реакторе из стали «inox» при 50 °С в течение 24 часов. Далее следовала стадия обогащения магнием и азотными соединениями, из которых инокулировали среду различными штаммами дрожжей и далее культивировали в течение 2 дней при температуре 30 ± 1°С. В результате эксперимента, среди различных штаммов грибов максимальная биомасса была получена при использовании *Candida tropicalis*-12,1 (±0,42) г/дм³, а содержание белков сухого вещества составило 52,3%. Самое низкое содержание белка (42,3% сухого вещества) было получено при использовании *Trichosporon cutaneum*.

Многие исследователи изучали возможность получения пектина из свекловичного жома с использованием различных технологий. Пектин — это полисахарид растительного происхождения, который применяется в фармацевтике и кондитерской индустрии.

В исследовании [8] предлагается способ извлечения пектина из свекловичного жома раствором слабой лимонной кислоты. Определены физико-химические характеристики полученного пектина, такие как: степень этерификации, цветовые параметры, метоксильная составляющая, активность воды, идентификация пектина с помощью инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье. Выход пектина составил 21-29%. Авторами было предложено провести торрефикацию отходов экстракции пектина для получения биотоплива.

Таким образом, свекловичный жом активно применяется в различных областях и имеет высокий потенциал для дальнейшего развития. Использование этого материала в качестве сырья для производства ценных продуктов поможет сделать сахарное производство более экологичным и принести дополнительную прибыль заводам. Экономичным и экологичным образом имеет решающее значение на конкурентном мировом рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кострюкова Н.В., Мельникова А.С., Платонова А.М. Анализ сорбирующих характеристик модифицированного отхода сахарного производства // Вестник НЦБЖД. 2022. № 3 (53). С. 108-116.
2. Liua Q. Biosorption of Ca(II), Cu(II), Pb(II) from aqueous solution by a novel adsorbent of ferric hydroxide-loaded sugar beet pulp / Q. Liua, Z. Gaoa, N. Lib, S. Zhua // Desalination and Water Treatment. 2020. Pp. 336-343.

3. Demiral I. Production of biofuel from soft shell of pistachio (*Pistacia vera* L.) / I. Demiral, N.G. Atilgan, S. Sensoz // *Chemical Engineering Communications*. 2008. V. 196. P.104-115.
4. Шурбина М.Ю. Переработка вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства / М.Ю. Шурбина, Р.Т. Валеева, И.И. Хисамутдинов, Д.В. Тунцев // *Импортозамещение, научно-техническая и экономическая безопасность: сборник статей V Международной научно-технической конференции «Минские научные чтения-2022»*, Минск, 7-9 декабря 2022 г. Минск: БГТУ, 2022. Т. 1. С. 354-359.
5. Wang L. Non-airtight fermentation of sugar beet pulp with anaerobically digested dairy manure to provide acid-rich hydrolysate for mixotrophic microalgae cultivation / L. Wang, L. Chen, S.X. Wu, J. Ye // *Bioresour Technol*. 2019. V. 278. P. 175-179.
6. Коцаев И.А., Рядинская А.А., Татьяначева О.Е. Использование в птицеводстве сухого свекловичного жома. М.: Монография, 2022. 110 с.
7. Patelski P. Utilisation of sugar beet bagasse for the biosynthesis of yeast SCP / P. Patelski, J. Berlowska, P. Dziugan, K. Pielech-Przybylska, M. Balcerek, U. Dziekonska // *Journal of Food Engineering*. 2015. V. 167. P. 32-37.
8. Elizaryev A. Low-waste production of pectin from beet pulp / A. Elizaryev, N. Kostryukova, I. Vdovina, E. Riianova, A. Melnikova, A. Sadykova // *E3S Web Conf*. 2020. V. 203.

© Мельникова А.С., Кострюкова Н.В., 2024

УДК 502.5

Сафина А.Р., Терпигорева И.В.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: adelia.safina2002@yandex.ru

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ШЛАМА

Аннотация. В работе охарактеризован гальваношлам, описаны его состав и опасность. Проанализированы существующие методы утилизации гальваношлама и выявлены их недостатки.

Ключевые слова: гальваношлам, утилизация, отходы, охрана окружающей среды, экология

ANALYSIS OF GALVANIC SLUDGE DISPOSAL METHODS

Abstract. The work characterizes galvanic sludge, describes its composition and danger. Existing methods for recycling galvanic sludge are analyzed and their shortcomings are identified.

Key words: galvanic sludge, recycling, waste, environmental protection, ecology

Машиностроение – отрасль тяжёлой промышленности, занимающаяся производством машин, станков, оборудования и приборов. Всего отрасль насчитывает 40000 предприятий, из которых 2000 – наиболее крупные. Структура машиностроения России включает в себя: 19 комплексов по различным направлениям, свыше 100 подотраслей и ряд отдельных предприятий узкого профиля. Машиностроение принадлежит к числу наиболее распространенных в территориальном отношении отраслей промышленности [1].

Для обеспечения безопасности на машиностроительном предприятии необходимо обеспечить снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Машиностроительный комплекс занимается выпуском огромного количества разнообразной продукции для производства которой используются схожие сырьевые и технологические ресурсы, чем обусловлена общность экологических проблем, присущих разным отраслям. Одним из наиболее экологически опасных является гальваническое производство, позволяющее создавать различные виды покрытий.

Гальванические производства потребляют воды больше, чем другие производства машиностроения, что приводит к увеличению не только объемов сточных вод, но и осадков, образующихся в результате реагентной очистки стоков.

В настоящее время существует проблема накопления гальванического шлама, который представляет собой пастообразное вещество, которое остается после реагентной очистки сточных вод, образовавшихся в ходе гальванических процессов, имеют окраску от тёмно-серого до тёмно-коричневого цвета, влажностью от 65 до 85%, в зависимости от способа обезвоживания. В большинстве случаев сточные воды гальванического производства представляют собой смешанный сброс промывных жидкостей из ванн станций после нескольких технологических процессов, составы гальванических отходов отличаются широким разнообразием компонентов. Они очень токсичны и имеют

накопительный эффект. Захоронение данных отходов может приводить к загрязнению гидросферы и земельных ресурсов токсичными веществами – ионами тяжелых металлов, а содержание большого количества цветных металлов в гальваношламах говорит о нецелесообразности их захоронения.

Анализ существующей практики обращения с отходами гальванического производства [2-4] показывает, что имеются такие способы, как:

- 1) получение нерастворимых отвержденных материалов методами химической фиксации,
- 2) утилизация гальваношламов, с получением окрашенных пигментов,
- 3) разработаны технологии по использованию гальваношламов в качестве наполнителя в строительные материалы, после его сушки и измельчения.

Основную проблему при таких способах утилизации представляет непостоянный химический состав гальваношламов, ограниченность применения (например, при изготовлении асфальтобетонных смесей содержание шлама не должно превышать 1,6%), образование других, не менее токсичных отходов (таких как бенз-а-пирен).

Одним из способов, лишенных этих недостатков является алюминотермический метод. Достоинства: малые затраты на энергию и материалы, высокая производительность, возможность продавать готовый продукт. На основе патента [5] по алюмотермическому методу утилизации гальваношлама в работе разработана принципиальная технологическая схема (рис. 1), которая включает предварительную сушку шлама, измельчение полученных из шлама агломератов в шаровой мельнице и выплавке слитков с добавлением термитной смеси, состоящей из 75% Fe_2O_3 и 25 % Al.

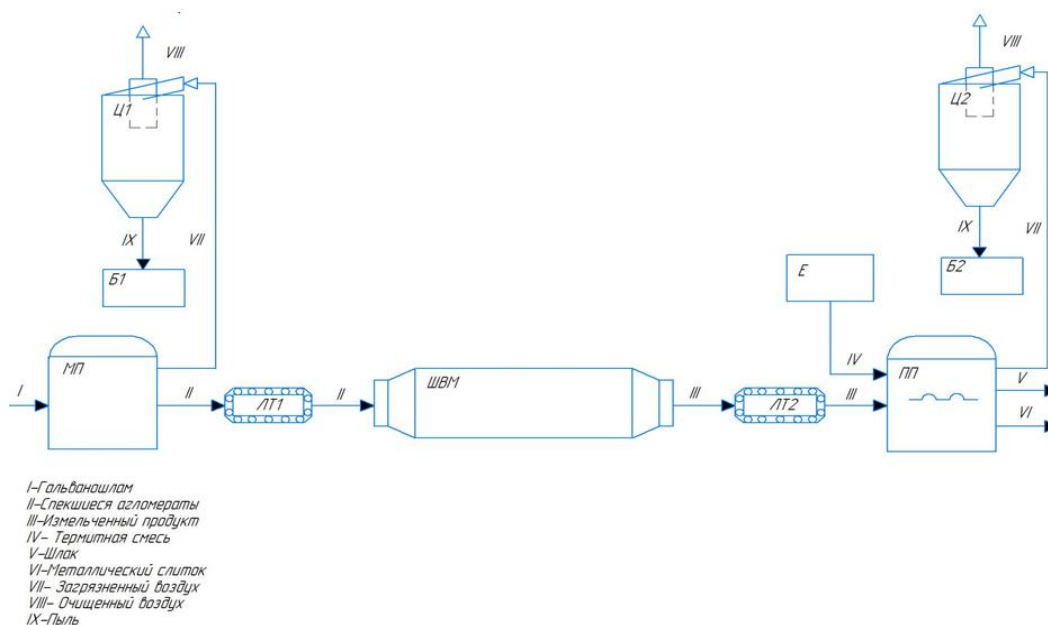


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема утилизации гальваношлама методом алюмотермии

Гальваношлам (I) подается в муфельную печь (МП) для предварительного просушивания шлама при температуре 90 °С в течение 2 ч и для термической обработки в интервале температур 400-900°С в течение 10-60 мин. Спекшиеся агломераты (II) из муфельной печи (МП) поступают в шаровую вибрационную мельницу (ШВМ) и измельчаются в течение 2-3 минут. Измельченный продукт (III) с добавлением из емкости (Е) термитной смеси (IV) отправляется в плавильную печь (ПП) для осуществления алюмотермического восстановления. Из плавильной печи (ПП) выходит шлак (V) и готовый продукт-металлический слиток(VI). Также от плавильной печи (ПП) в циклон (Ц) поступает загрязненный воздух (VII). После очистки из циклона (Ц) выходит очищенный воздух (VIII).

Полученные таким способом их отхода гальванического производства слитки могут найти применение в качестве добавки при выплавке чугуна и стали, а шлаки могут использоваться для изготовления строительных материалов.

Это позволит не только защитить окружающую среду от негативного воздействия тяжелых металлов, но и получить предприятию экономическую выгоду от продажи готовой продукции и снижении платы за НВОС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>. Дата обращения: 22.04.2024.

2. Fang H., Wang X., Xia D., Zhu J., Yu W., Su Y., Zeng J., Zhang Y., Lin X., Lei Y., Qiu J. Improvement of ecological risk considering heavy metal in soil and groundwater surrounding electroplating factories // Processes. 2022. P. 1267.
3. Сергеев Е.С. Проблема хранения гальванических шламов и пути ее решения // Производственные системы будущего: опыт внедрения Lean и экологических решений. 2022. С. 526.1-526.
4. Zhang M., Chen C., Mao L., Wu Q. Use of electroplating sludge in production of fired clay bricks: Characterization and environmental risk evaluation // Construction and Building Materials. 2018. P. 27-36.
5. Патент RU 2408739С1. Способ переработки шламов гальванических производств. Юдаков А.А., Чириков А.Ю., Рева В.П., Белый А.О.
© Сафина А.Р., Терпигорева И.В., 2024

УДК 621.355

Мельникова А.С., Кострюкова Н.В.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: annamel7@mail.ru

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ПРИМЕРЕ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА В ГОРОДЕ УФА

Аннотация. В работе произведена оценка количества образования отходов литий-ионных аккумуляторов на примере одного сервисного центра в городе Уфа. Проанализирован процентный состав компонентов отходов от литий-ионных аккумуляторов по веществам и массовый состав отходов. Выявлено, что суммарная масса отходов на один сервисный центр города Уфа за один месяц составляет 17 кг.

Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, утилизация, отходы, переработка, внешний аккумулятор

Melnikova A.S., Kostryukova N.V.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

ESTIMATION OF THE AMOUNT OF WASTE GENERATION OF LITHIUM- ION BATTERIES USING THE EXAMPLE OF A SERVICE CENTER IN UFA

Abstract. The paper estimates the amount of waste generation of lithium-ion batteries using the example of one service center in Ufa. The percentage composition of waste components in the form of lithium-ion batteries by substances and the mass

composition of waste are analyzed. It was revealed that the total mass of waste per Ufa service center in one month is 17,000 grams.

Keywords: lithium-ion battery, recycling, waste, recycling, external battery

Благодаря высокой плотности энергии, длительному сроку службы и низкому уровню саморазряда литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) являются более портативными, чем другие коммерческие устройства хранения энергии, и стали самым популярным источником питания для бытовой электроники с тех пор, как компания «SONY» успешно внедрила их в производство в 1990-х годах [1].

Только в 2012 году в Китае было списано около 740 млн мобильных телефонов, что более чем в 15 раз превышает показатель 2002 года. Авторы исследования [2] утверждают, что ежегодно из эксплуатации выходит более 70 млн мобильных телефонов. Средняя продолжительность жизни аккумулятора в мобильном телефоне составляет от 300 до 500 циклов зарядки-разрядки, это примерно два года использования [3]. Таким образом, фактический срок службы аккумуляторов меньше, чем фактический срок службы мобильного телефона. Таким образом, отработанные аккумуляторы представляют собой большую часть отходов, и ожидается, что в ближайшие годы их количество будет расти [4]. В связи с этим, целью текущего исследования является оценка количества образования отходов литий-ионных аккумуляторов.

Для достижения поставленной цели, выбран объект исследования, это один из многочисленных сервисных центров Уфы, который занимается ремонтом гаджетов и продажей комплектующих к ним.

В данном центре, где одним из видов услуг является замена аккумуляторной батареи (АКБ) на гаджетах, сообщили, что в месяц минимум 25 клиентов приходят с просьбой о замене устаревшего аккумулятора. Также, в месяц покупают минимум 15 аккумуляторов для смартфонов для самостоятельной замены.

Помимо этого, в сервисные центры приносят вышедшие из строя внешние аккумуляторы «Power Bank». В большинстве случаев, дешевые китайские внешние аккумуляторы восстановлению не подлежат и их просто выкидывают. Вес аккумулятора внешнего источника энергии весят 300-400 грамм. В среднем в месяц приносят около 30 внешних аккумуляторов, 20 из которых восстановлению не подлежат. Так же через сервис делают заказы на покупку аккумуляторов для 10 ноутбуков в месяц. Средний вес аккумулятора для ноутбука 350 грамм.

Процентный состав компонентов отходов в виде литий-ионных аккумуляторов по веществам представлен в таблице 1.

Таблица 1

Процентный состав компонентов отходов в виде литий-ионных аккумуляторов по веществам

Название компонента	Процентное содержание, масс. %
Диоксид марганца	16
Графит	6
Литий	5
Кобальтат лития	4
Пропиленкарбонат	10
Перхлорат лития	2
Сталь	13
Диметил оксиметан	7
Медь	9
Алюминий	6
Диметилкарбонат	5
Литий-гексафторфосфат	2
Пластик	15
Итого	100

В таблице 2 представлены данные о массовом составе отходов в процессе деятельности сервисного центра по ремонту электроники и продаже комплектующих к ним [5].

Таблица 2

Массовый состав отходов

Вид аккумулятора	Масса одного аккумулятора, г	Количество аккумуляторов	Общая масса компонентов, г
Аккумулятор для смартфона	45	40	1800
Внешний аккумулятор	400	30	12000
Аккумулятор для ноутбука	320	10	3200
Сумма, г			17000

Суммарная масса отходов на один сервисный центр города Уфы за один месяц составляет 17 000 грамм.

Массовое распределение вредных веществ в составе отходов представлено в таблице 3.

Таблица 3

Массовое содержание вредных веществ в составе 17 кг отходов

Название компонента	Процентное содержание, масс. %	Массовое содержание, г
Диоксид марганца	16	2720
Графит	6	1020
Литий	5	850
LiCoO ₂	4	680
Пропилен карбонат	10	1700
Перхлорат лития	2	340
Сталь	13	2210
Диметилксиметан	7	1190
Медь	9	1530
Алюминий	6	1020
Диметилкарбонат	5	850
Литий-гексафторфосфат	2	340
Пластик	15	2550
Итого	100	17000

При анализе массового состава отходов литий-ионных аккумуляторов, представленного в таблице 3, можно сделать вывод о том, что из вредных веществ, поступающих в окружающую среду при неправильной утилизации, наибольший вклад вносят диоксид марганца и пластик [6].

Подводя итоги, следует отметить, что если в сервисных центрах, отработавшие аккумуляторы отправляют на утилизацию и переработку, то зачастую, обычные пользователи просто выбрасывают неисправные литий-ионные аккумуляторы вместе с остальными отходами [7,8]. После попадания на свалки ТКО, со временем, оболочки аккумуляторов разрушаются и вредные компоненты, которые входят в состав, могут попасть в почву, воду и нанести большой ущерб окружающей среде. Именно поэтому необходимо развивать и внедрять массовую систему утилизации отработанных ЛИА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khor A., Leung P., Mohamed M.R., Flox C., Xu Q., An L., Wills R.G.A., Morante J.R., Shah A.A. Review of zinc-based hybrid flow batteries: From fundamentals to applications / A. Khor, P. Leung, M.R. Mohamed, C. Flox, Q. Xu, L. An, R.G.A. Wills, J.R. Morante, A.A. Shah // Materials Today Energ. 2018. V. 8. P. 80-108.

2. Wang X., Gaustad G., Babbitt C. W., Richa K. Economies of scale for future lithium-ion battery recycling infrastructure / X. Wang, G. Gaustad, C.W. Babbitt, K. Richa // Resources Conservation and Recycling. 2014. V. 83. P. 53-62.
3. Zeng X., Li J., Ren Y. Prediction of various discarded lithium batteries in China. In: Proceedings of 2012 IEEE / X. Zeng, J. Li, Y. Ren // International Symposium on Sustainable Systems and Technology. 2012. Boston, MA, USA, P. 1-4.
4. Li B., Yang J., Lu B., Song X. Estimation of retired mobile phones generation in China: a comparative study on methodology / B. Li, J. Yang, B. Lu, X. Song // Waste Manag. 2015. V. 35(1). P. 247-254.
5. Рыжаков М. Г. Отработавшая батарейка как опасный отход // Журнал «Твердые бытовые отходы». 2015. № 6.
6. Сулейманова Р.М. Повышение уровня безопасности функционирования трубопроводов для транспортировки нефтепродуктов на основе применения труб из полимерно-композиционных материалов / Р.М. Сулейманова, Н.В. Кострюкова, А.С. Мельникова // Успехи современного естествознания. 2023. № 7. С. 115-120.
7. Халиуллина Э.И., Малышева Е.М., Насырова Э.С., Елизарьев А.Н. Исследование потенциальной опасности литиевых аккумуляторов при непредсказуемом использовании // Безопасность труда в промышленности. 2023. № 6. С. 17-22.
8. Халиуллина Э.И., Насырова Э.С., Мельникова А.А. Опасность вздутия литиевых аккумуляторов // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 2022. С. 494-496.

© Мельникова А.С., Кострюкова Н.В., 2024

УДК 631.363.2

Кальсин Н.А.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: kalsin.nikita@bk.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В данной статье рассматриваются различные виды приборов для измельчения растительных материалов и их классификации. Описываются механизмы измельчения материалов, а также сферы применения данных приборов.

Ключевые слова: измельчение, мельница, прибор, растительный отход, опавшая листва

Kalsin N.A.

Ufa university of science and technology, Ufa, Russian Federation

TECHNICAL MEANS FOR CUTTING PLANT MATERIALS

Abstract. This article discusses various types of devices for grinding plant materials and their classification. The mechanisms of grinding materials are described, as well as the scope of application of these devices.

Key words: shredding, mill, device, plant waste, fallen leaves.

Органические сорбенты представляют собой эффективное и экологичное средство для удаления разливов загрязняющих веществ как при их разливе, так и из водной среды. Их можно получить из отходов животноводства, торфа, мха и растительных отходов урбанизированной территории [1-3]. Прежде чем использовать растительный материал для очистки окружающей среды необходимо подготовить его к применению. Среди распространенных операций выделяют промывку, пиролиз, обработку кислотами или щелочами. Одной из основных операций является измельчение растительного материала – в процессе измельчения повышается дисперсность материала, а также его удельная площадь поверхности, контактирующая с загрязняющим веществом. В зависимости от дисперсности сорбент может относиться к порошкам (диаметр частиц менее 0,05 мм) или крупнодисперсным сорбентам (диаметр частиц более 0,05 мм).

Для повышения сорбционной способности растительных материалов используют различные средства, помогающие измельчить материал до нужного размера. В зависимости от способа измельчения выделяют режущие, стирающие, раздавливающие, ударно-центробежные и ударные средства измельчения.

В зависимости от степени измельчения материала выделяют:

- дробилки: большого, среднего и мелкого дробления.
- мельницы: тонкого и сверхтонкого измельчения.

Дробилки используются для дробления материала крупных размеров до размеров 5-6 мм (рис. 1).

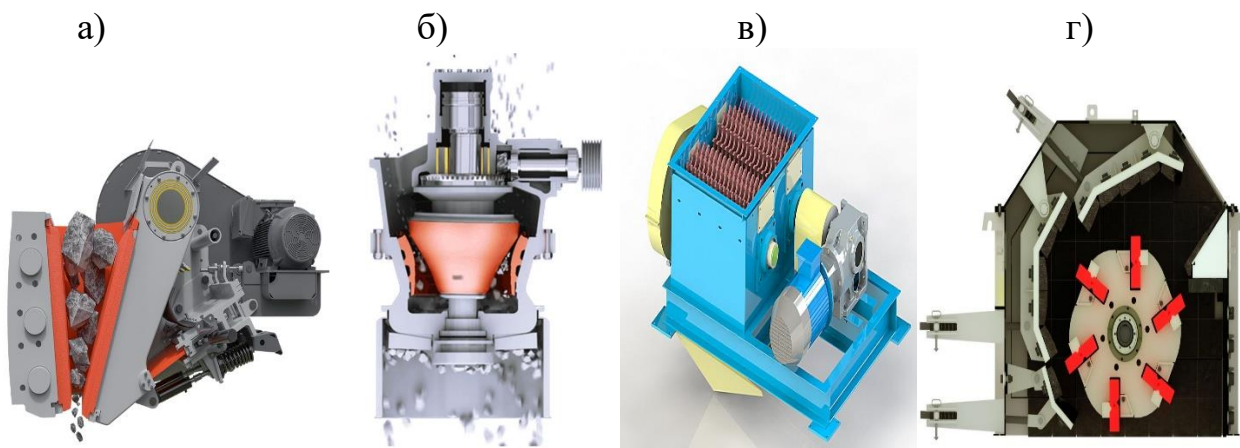


Рис. 1. Виды дробилок

В зависимости от способа дробления и рабочих элементов дробилки подразделяются на:

а) щековые дробилки (рис. 1а) осуществляют крупное дробление материала с помощью двух щек, которые периодически сближаются. Материал разрушается путем раздавливания, раскалывания и частичного истирания в рабочем пространстве.

б) конусные дробилки (рис. 1б) используются для крупного, среднего и мелкого дробления. Дробление происходит путем раздавливания, излома и частичного истирания между двумя коническими поверхностями (внутренней и внешней).

в) валковые дробилки (рис. 1в) также могут использоваться как для крупного дробления, так и для среднего и мелкого дробления. Дробление происходит путем раздавливания материала между двумя параллельными цилиндрическими валками, вращающимися с одинаковой скоростью навстречу друг другу.

г) ударные или роторные дробилки (рис. 1г) используются для мелкого и среднего дробления. Дробление происходит в результате попадания материала в ротор, который в свою очередь, приводит в движение рабочие органы, производящие разрушение материала. В качестве рабочих органов могут использоваться била или молотки.

Мельницы используются для более тонкого измельчения материала. В зависимости от конструкции размер получаемых при измельчении в мельнице частиц может достигать 2-0,075 мм. В зависимости от принципа действия и действующих элементов выделяют следующие виды мельниц:

а) Шаровые, которые в зависимости от формы барабана разделяются на цилиндрическую и коническую. Своё название получили из-за измельчающих тел – стальных или чугунных шаров.

б) Стержневые, имеют цилиндрическую форму барабана и стальные стержни в качестве измельчающих тел.

в) Галечные в зависимости от формы барабана подразделяются на цилиндрические и конические. В качестве измельчающего тела используется кремневая галька.

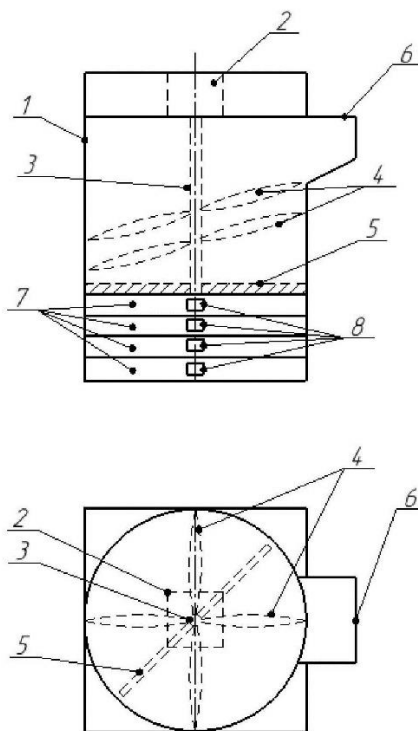
г) Рудногалечные имеют цилиндроконическую форму барабана, измельчающие тела – куски твердых пород.

д) Самоизмельчения, у которых форма барабана цилиндроконическая. Измельчающие тела – крупные куски руды.

е) Полусамоизмельчения, также с цилиндроконической формой барабана. Измельчающие тела – смеси крупных кусков руды и крупных стальных шаров.

Для измельчения растительных материалов или отходов часто применяются садовые измельчители. В зависимости от конструкции они позволяют измельчать как мягкие растительные материалы, такие как листья, стебли или ботва, так и более твердые, например ветки или стволы некрупных деревьев. Садовые измельчители также имеют различные конфигурации, которые позволяют достичь конкретных целей. Наиболее явно садовые измельчители можно разделить по механизму, используемому для измельчения. Режущие механизмы напрямую влияют на производительность и доступные для измельчения материалы. Они подразделяются на:

А) ножевые механизмы, которые измельчают растительные отходы с помощью диска с радиально расположенными ножами. Используются для измельчения листьев, стеблей и ботвы. Конструкция определенных моделей может предусматривать различные виды лезвий, расположение лезвий под углом или наличие второго ряда лезвий. Например, в пат. № 225257 [4] два ряда вращающихся лезвий расположены на валу под углом 15 градусов к горизонту, что способствует более полноценному измельчению, а мешалка в виде арматуры позволяет продвигать измельченную массу на сита с разными размерами ячеек для дальнейшей сортировки по фракциям и дальнейшего использования в качестве компоста или сорбента. Принципиальная схема данного устройства представлена на рис. 2.



- 1) корпус, 2) электродвигатель, 3) вал, 4) два ряда лезвий, 5) мешалка, б) загрузочный бункер, 7) выдвижные сита, 8) ручки

Рис. 2. Измельчитель опавшей листвы

Б) измельчители с фрезерными механизмами позволяют измельчать более твердые растительные отходы, такие как древесина, сухие ветки и стволы. В определенных моделях используется два ряда фрез, вращающихся во встречном направлении. Данная конфигурация позволяет повысить эффективность и увеличить разнообразие перерабатываемых материалов.

В) измельчители универсального типа сочетают в себе два вышеприведенных типа, используя фрезу турбинного типа с лопатками-ножками, расположенными на ней, под углом. У них есть возможность измельчения как мягких волокон (стеблей, листьев), так и твердых частей растений (стволы, крупные ветки).

Г) измельчители со шнековым механизмом способны измельчать как мягкие волокна, так и твердую древесину. Возможности ограничиваются мощностью установки.

Также в зависимости от целей и предпочтений пользователя измельчители могут иметь в комплектации бункер из прозрачного или непрозрачного материала, мешки или же использоваться без какого-либо сборника. В случае отсутствия сборника, измельченные растительные отходы выбрасываются прямо на грунт, чтобы затем использоваться в качестве удобрения для почвы.

Таким образом, в данной статье описаны технические средства для измельчения различных материалов, в том числе растительных, которые используются в настоящее время. Рассмотрены классификации дробилок, мельниц и садовых измельчителей, предназначенных для различных целей и материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Насырова Э.С., Кальсин Н.А., Кострюкова Н.В., Султанова Д.С. Оценка сорбционных свойств листового опада (на примере центрального района города Уфа) // Успехи современного естествознания. 2024. № 3. С. 52-57. DOI 10.17513/use.38229.
2. Кальсин Н. А., Насырова Э. С., Бондарь К. Е., Нафикова Э. В. Природные нефтесорбенты растительного происхождения и их эффективность (обзор зарубежных работ) // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16. № 2. URL: <https://esj.today/PDF/44NZVN224.pdf>.
3. Риянова Э.Э., Кострюкова Н.В. Вторичное использование свекловичного жома отхода сахарного производства // Безопасность жизнедеятельности. 2017. № 11 (203). С. 42-48.
4. Измельчитель опавшей листвы: пат. 225257. Рос. Федерация. № 2024103946 / Кальсин Н.А., Насырова Э.С., Елизарьев А.Н.; заявл. 16.02.2024; опубл. 16.04.2024, Бюл. № 11.

© Кальсин Н.А., 2024

УДК 537.5

Нугман М.К.¹, Лаврищев О.А.¹, Оналбеков Е.С.²

¹Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

²ТОО «Научный центр профессиональной подготовки», г. Астана, Республика Казахстан

e-mail: nugmanmarina@gmail.com

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ В ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ

Аннотация. В данной исследовательской работе рассматривается использование плазменной технологии для переработки биомассы, конкретно высушенного навоза с влажностью 30 %. Изучается, как плазменная переработка может повысить эффективность производства топливного газа, в основном синтез-газа (CO + H₂), по сравнению с традиционной ферментацией в

экологическом аспекте. Представлены данные эксергетического анализа плазменной переработки биотоплива как показатель качества и количественной эффективности данной технологии переработки сельскохозяйственных отходов, и как следствие повышает актуальность ее использования.

Ключевые слова: экология, биомасса, плазменный реактор, синтез-газ, эксергетический анализ, токсические выбросы

Nugman M.K.¹, Lavrishchev O.A.¹, Onalbekov E.S.²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

²Scientific Center of Professional Training LLP, Astana, Republic of Kazakhstan

ECOLOGICAL EFFICIENCY OF BIOMASS PROCESSING IN A PLASMA REACTOR

Abstract. This research paper explores the use of plasma technology for processing biomass, specifically dried manure with a moisture content of 30%. The study investigates how plasma processing can enhance the efficiency of fuel gas production, primarily synthesis gas (CO + H₂), compared to traditional fermentation, with a focus on its environmental impact. The paper presents data from an exergy analysis of plasma biomass processing, which serves as an indicator of both the quality and quantitative effectiveness of this technology for agricultural waste management. Consequently, the findings underscore the relevance and potential benefits of employing plasma technology in waste processing.

Keywords: Ecology, biomass, plasma reactor, synthesis gas, exergy analysis, toxic emissions

Исследование направлено на изучение процесса плазменной переработки биомассы (БМ) с целью определения ключевых интегральных показателей, таких как массово-средняя температура, массовое соотношение окислителя и БМ, удельное энергопотребление, степень газификации углерода, выход и состав газообразных продуктов. Для этого проведены эксперименты на плазменной установке, включающей прямоточный плазменный факел мощностью 70 кВт и плазменно-химический реактор с пропускной способностью 50 кг/ч.

Методология

Эксперименты проводились с использованием плазменного факела и реактора, обеспечивающего нагрев до температур, необходимых для пиролиза или газификации органической части БМ и плавления минеральной части. Для измерения температуры использовался цифровой пирометр, а состав газов анализировался газовым хроматографом. Удельное энергопотребление и выход продуктов также оценивались.

Результаты и обсуждение

Термодинамическое моделирование

Термодинамическое моделирование показало, что оптимальная температура для процессов газификации и пиролиза БМ составляет 1 500 К. При этой температуре достигается полная газификация углерода и разложение токсичных соединений, таких как фуран, диоксин и бензо(а)пирен. При 1 500 К состав горючего газа составляет:

Плазменная пиролиза: CO – 30,2 %, H₂ – 38,3 %, CO₂ – 4,1 %, N₂ – 13,3 %, H₂O – 13,6 %.

Плазменная газификация: CO – 29,6 %, H₂ – 35,6 %, CO₂ – 5,7 %, N₂ – 10,6 %, H₂O – 17,9 %.

Выход горючих компонентов при пиролизе составляет 68,5 %, а при газификации – 65,2 %. Концентрация побочных продуктов (КОН, К) минимальна.

Экспериментальные результаты

Эксперименты подтвердили результаты расчетов. При плазменной газификации БМ реактор нагревается до 1415 К, и через него проходят брикеты БМ весом 0.28 кг. В течение часа обрабатывается 180 брикетов, что соответствует производительности реактора 50 кг/ч. Плазменная газификация с воздухом и пиролиз с азотом показывают удельное энергопотребление 1,42 и 1,5 кВтч/кг соответственно, что немного выше расчетных значений (1,33 и 1,28 кВтч/кг).

Состав газа в выходе реактора:

Пиролиз в азоте: CO – 25,9%, H₂ – 32,9%, CO₂ – 3,5%, N₂ – 37,3 %.

Газификация с воздухом: CO – 32,6%, H₂ – 24,1%, CO₂ – 5,7%, N₂ – 35,8%.

Калорийность полученных газов составляет 10340 кДж/кг для газификации и 10500 кДж/кг для пиролиза. Объем остатков золы и шлака составляет около 6% от массы БМ.

Сравнение расчетных и экспериментальных данных

Сравнение расчетных данных и экспериментальных результатов показало, что расхождение по выходу синтез-газа составляет не более 16%, что может быть вызвано контролируемым забором воздуха из окружающей среды и неравномерным смешиванием БМ с плазменным потоком. Доля углерода в остатках после пиролиза и газификации составляет 2,1% и 2,99% соответственно, что соответствует степени газификации углерода 91,3% и 87%. Расхождение по удельному энергопотреблению составляет не более 11%. В обоих случаях вредные примеси в продуктах переработки не обнаружены, что подтверждает экологическую эффективность технологии.

Экологическая эффективность.

Рекомендуемые температуры разложения токсичных соединений следующие: фураны - от 1053 до 1273 К, диоксины - от 973 до 1473 К, и

бенз(а)пирен — от 673 до 1073 К (с требованием непрерывного воздействия этих температур в течение 2 секунд). Таким образом, при времени сгорания 2 секунды при температуре 1050 К 70% этих токсичных соединений разлагается, в то время как при 1173 К разлагается 90%. Биомасса достигает 90% эффективности газификации при температурах выше 1300 К. Стандартизация минимально допустимых температурных пределов для оборудования термической переработки биомассы ожидается снизит выбросы вредных веществ (диоксины, фураны, бенз(а)пирен) и уменьшит углеродный след. Анализ эксергетических показателей тепла сгорания биомассы показывает, что эксергетическая эффективность плазменной газификации биомассы на 25% выше, чем у традиционных методов. Данные эксергия тепла в плазменной газификации представлены в таблице 1 и эксергетическом анализе

Эксергетический анализ.

Эксергетический анализ показывает, что эксергетическая эффективность плазменной газификации на 25% выше, чем у традиционного сжигания. Эксергия тепла при плазменной газификации составляет 153 кВт, что выше, чем 128,1 кВт в экспериментальной печи и 122,5 кВт в традиционной печи. Стандартизация минимальных температурных пределов для оборудования термической переработки биомассы поможет снизить выбросы вредных веществ и углеродный след.

Таблица 1

Сравнительный расчет эксергии

	Сжигание биомассы в обычной печи	Сжигание биомассы в экспериментальной печи	Газификация биомассы в плазменном реакторе
Q – тепловая мощность ВМ, кВт	222		
T – температура сгорания (газификации) ВМ, К	1023*	1100	1600
T_o – температура окружающей среды ($P_0 = 1$ атм), К	295		
η_t – тепловой КПД «нижнего» цикла по формуле	0,552	0,577	0,689
exQ – эксергия тепла по формуле, кВт	122,5	128,1	153,0

Ниже представлены ключевые данные по эксперименту и исследованию.

Состав навоза:

Органическая часть содержит 95,21% углерода, водорода и кислорода.

Минеральная часть составляет 4,79%.

Численный анализ:

Для исследования были использованы термодинамические расчеты с помощью кода TERRA.

Рассматривались два процесса: газификация навоза с 25% воздухом и пиролиз с 25% азотом.

Исследования проводились при температуре от 300 до 3000 К и давлении 0,1 МПа.

Удельное энергопотребление для газификации при 1500 К составило 1,28 кВтч/кг, а для пиролиза — 1,33 кВтч/кг.

Экспериментальная установка:

Использовалась плазменная горелка мощностью 100 кВт и реактор с пропускной способностью 50 кг/ч.

Максимальная температура в реакторе достигала 1887 К.

Удельное энергопотребление в экспериментах составило 1,5 кВтч/кг для пиролиза и 1,4 кВтч/кг для газификации.

Результаты:

При плазменной газификации и пиролизе навоза получены горючие газы с теплотой сгорания 10 340 и 10 500 кДж/кг соответственно.

Результаты расчетов и экспериментов показали удовлетворительное согласие, с разницей в пределах 16%.

Экзергоанализ:

В работе также проведен экзергоанализ для оценки эффективности плазменной газификации биомассы.

Плазменная газификация оказалась на 25% эффективнее традиционного сжигания биомассы.

Будущие направления:

Одной из задач исследования является разработка методологии и стандартов для мониторинга токсичных выбросов, таких как диоксины, фураны и бенз[а]пирен.

Заключение. Исследования подтвердили, что плазменная газификация и пиролиз сельскохозяйственных отходов являются перспективными методами переработки отходов с получением горючего газа. Термодинамические расчеты и эксперименты показали оптимальную температуру 1500 К для эффективной газификации и пиролиза, с хорошим согласованием расчетных и экспериментальных данных. Плазменная газификация обладает высокой

эксергетической эффективностью по сравнению с традиционными методами сжигания, что подтверждает ее преимущества в утилизации биомассы с минимальным воздействием на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мессерле В.Е., Мосс А.Л., Устименко А.Б., Савчин В.В. Способ плазменно-термической обработки медико-биологических и других отходов и устройство для его осуществления // Патент KZ 34093, 27 декабря 2019 г., Бюллетень № 52.
2. Пиир А.Е. Метод расчета тепловой эффективности тепловых электростанций с различными тепловыми двигателями // Инженер-энергетик. 2012. № 1. С. 60-64.
3. Всемирная организация здравоохранения. Диоксины: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>.
4. Мессерле В.Е., Мосс А.Л., Устименко А.Б. Переработка биомедицинских отходов в плазменном газификаторе // Управление отходами. 2018. № 79. С. 791-799.
5. Моуран Р., Маркези А.Р., Горбунов А.В., Фильо Г.П., Галиновский А.А., Отани С. Термохимическая оценка эффективности процесса газификации отходов производства биотоплива различными плазменными окислителями // IEEE Transactions on Plasma Science. 2015. № 43 (10). С. 3760-3767.
6. Ан Гейл К. Василиу, Ханс-Генрих Карстенсен, Марк Р. Нимлос, Джон У., Дейли; Г. Барни, Эллисон Механизм термического разложения фурана. 2009.
7. Яцзюнь, ЧЖАН; Сен, ЯО; Цзяньцзюнь, ХУ; Цзячжи, СЯ; Тао, СЕ; Чжибинь, ЧЖАН; Хай, ЛИ Численное моделирование газификации биомассы с использованием коровьего навоза в качестве сырья, *Frontiers Agricultural Science and Engineering*, 2023, Том 10(3), стр. 458-467.
8. Мессерле В.Е., Устименко А.Б., Лаврищев А.О., Нейман М.К. Методы количественной оценки эффективности использования твердотопливного плазменного воспламенителя // Последние достижения в физике.

© Нугман М.К., Лаврищев О.А., Оналбеков Е.С., 2024

СЕКЦИЯ 3. ESG-ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

УДК 331.2

Оналбеков Е.С.¹, Нугман М.К.²

¹ТОО «Научный центр профессиональной подготовки», г.Астана, Республика Казахстан

²Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби, г.Алматы, Республика Казахстан

e-mail: rmaedu@mail.ru

СОЗДАНИЕ ПОДХОДОВ ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ КРИТЕРИЕВ С ЦЕЛЬЮ ВОЗНАГРАЖДЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ЧЕРЕЗ МАТЕРИАЛЬНОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ УГРОЗ

Аннотация. Разработчики предложили методику усовершенствования системы критерий для мотивированности работников в условиях природных и техногенных угроз. Они предложили систему годового вознаграждения для менеджеров среднего звена, основанную на количественной оценке показателей. Эта система улучшает связь между результатами работы и размером премии и подходит для любой компании.

Ключевые слова: критерий, вознаграждение, методика, менеджеры, компания

Onalbekov E.S.¹, Nugman M.K.²

¹Scientific Center of Professional Training LLP, Astana, Republic of Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

CREATION OF APPROACHES TO IMPROVE THE SYSTEM OF CRITERIA FOR THE PURPOSE OF REWARDING EMPLOYEES THROUGH MATERIAL INCENTIVES IN THE CONTEXT OF NATURAL AND TECHNOGENIC THREATS

Abstract. The authors proposed a methodology for improving the system of criteria for motivating workers in conditions of natural and man-made threats. They proposed an annual remuneration system for middle managers based on a quantitative assessment of indicators. This system improves the connection between performance and amount of remuneration and is suitable for any company.

Keywords: the system of indicators, remuneration, methodology, managers, partnership

Разработчики анонсируют специализированные способы для внедрения правильной системы поощрения на основе критериев.

Первый шаг. Первостепенно необходимо сделать анализ существующей системы мотивации. Определить ее эффективность двумя подходами. Первый подход – это опрос работников и получение мнений менеджеров и экспертов. Второй подход – оценивают оценочные общие показатели стимулирующей части заработной платы. Так же оценивают корреляционные и интегральные показатели эффективности. После проведения анализа, при необходимости корректируют существующую систему критериев, показателей.

Второй шаг. Анализируют существующую систему критериев, показателей. При анализе выявляются области применения показателей, описываются механизмы использования показателей в выявленных областях. Происходит анализ набора показателей, которые используются в каждой специальной области в компании, учитывая внешние факторы. Итогом второго шага является формирование полного спектра критериев, показателей для функциональных областей компании учитывая факторы в том числе и внешние.

Третий шаг. Разрабатывается модель создания критериев, показателей после анализа действующей системы. Создаются таблицы использования критериев, показателей в материальном поощрении. Это дает возможность систематизировать и в дальнейшем сравнить системы разных отделов компании. Затем выявляются причинно-следственные связи в работе показателей и разрабатывается конечная модель создания критериев, показателей в компании. Также изучаются способы усовершенствования системы мотивации на основе показателей с применением теории множеств. В итоге выявляются резервы для улучшения системы показателей на предприятии.

Четвертый шаг. Классификация имеющихся показателей, используя общие схемы для различных отделов. Каждый показатель определённого отдела будет размещён в отдельной ячейке классификатора. В итоге весь набор показателей будет систематизирован с помощью универсальной классификации.

Пятый шаг. Определение наиболее результативных показателей из классификатора. Для определения используются критерии показателей, такие как применимость, измеримость, соответствие руководителю, взаимосвязь, функциональное соответствие и актуальность для системы управления. Соответствие системе показателей вышестоящего предприятия обеспечивает соответствие направлениям развития и мониторингу целей. Измеримость предполагает использование количественных показателей вместо качественных. Соответствие показателей руководителя гарантирует выполнение показателей на всех уровнях. Взаимосвязь подразумевает использование общих

показателей для разных подразделений. Функциональная согласованность подразумевает соответствие задачам и функциям подразделения. С точки зрения управления, актуальность предполагает соответствие требованиям и рекомендациям системы управления для обеспечения её эффективности и результативности.

Шестой шаг. В ход идут критерии, показатели для материального поощрения сотрудников. Для этого необходимы следующие условия: соответствие периода времени на сбор данных по критерию периоду времени для премирования; высокий удельный вес показателя для материального поощрения. Удельный вес критерия, показателей прямо пропорционален от конечной суммы баллов. Установка зависимости объема премирования от уровня достижения критериев, показателей. Наличие данных по критериям, показателям. Согласование критериев, показателей с руководителями.

Седьмой шаг методических подходов включает расчёт экономической выгоды от внедрения системы, определение нужного размера премиального фонда и сравнение его с реальным объёмом выплат. Система оплаты труда должна меняться каждые три года для результативного поощрения сотрудников. При выполнении всех вышеперечисленных шагов и подходов, стимулирующая функция на будет на высоком уровне. Результативность системы должна оцениваться каждый год. При необходимости перехода на другой шаг предлагаемых подходов, берутся в учет изменения в законодательной, рыночной ситуации и других рисков и факторов.

Авторы раскрыли способы улучшения системы критериев, показателей для более эффективного и соответственно лучшего стимулирования работников. Предлагаемые способы содержат анализ эффективности стимулирования, анализ действующей системы критериев, показателей, разработка модели создания показателей, использование для работы с показателями критерий и условий. В итоге улучшается связь между размером премий и производительностью труда в вертикально интегрированных компаниях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропов В.А., Зеленская Л.М. Методологические и методические подходы к организации заработной платы в современных условиях // Вестник ЮурГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2010. № 26. С. 16-24.
2. Денисова А.Д. Индикаторы: за и против // Справочник по управлению персоналом. 2011. № 5. С. 26-31.
3. Когдин А.А. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности в управлении персоналом // Основы экономики, управления и права. 2012. № 4. С. 80-83.
4. Миролюбова Т.В., Чучулина Е.В. Региональная модель человеческого потенциала // Вестник Перм. Ун-та. Сер. Экономика. 2011. № 3. С. 65.

© Оналбеков Е.С., Нугман М.К., 2024

При подготовке электронного издания использовались следующие программные средства:

- Adobe Acrobat – текстовый редактор;
- Microsoft Word – текстовый редактор.

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научное издание

**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО
ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ
ТЕХНОГЕННЫМ УГРОЗАМ
И РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
(ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ-2024)**

Материалы

XXI Международной научно-практической конференции

(г. Уфа, 8 октября 2024 г.)

Электронное издание сетевого доступа

*За достоверность информации, изложенной в статьях,
ответственность несут авторы.*

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано к использованию 16.10.2024 г.
Гарнитура «Times New Roman». Объем 9,01 Мб.
Заказ 137.

*ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
450008, Башкортостан, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12.*

Тел.: +7-908-35-05-007
e-mail: ric-bdu@yandex.ru