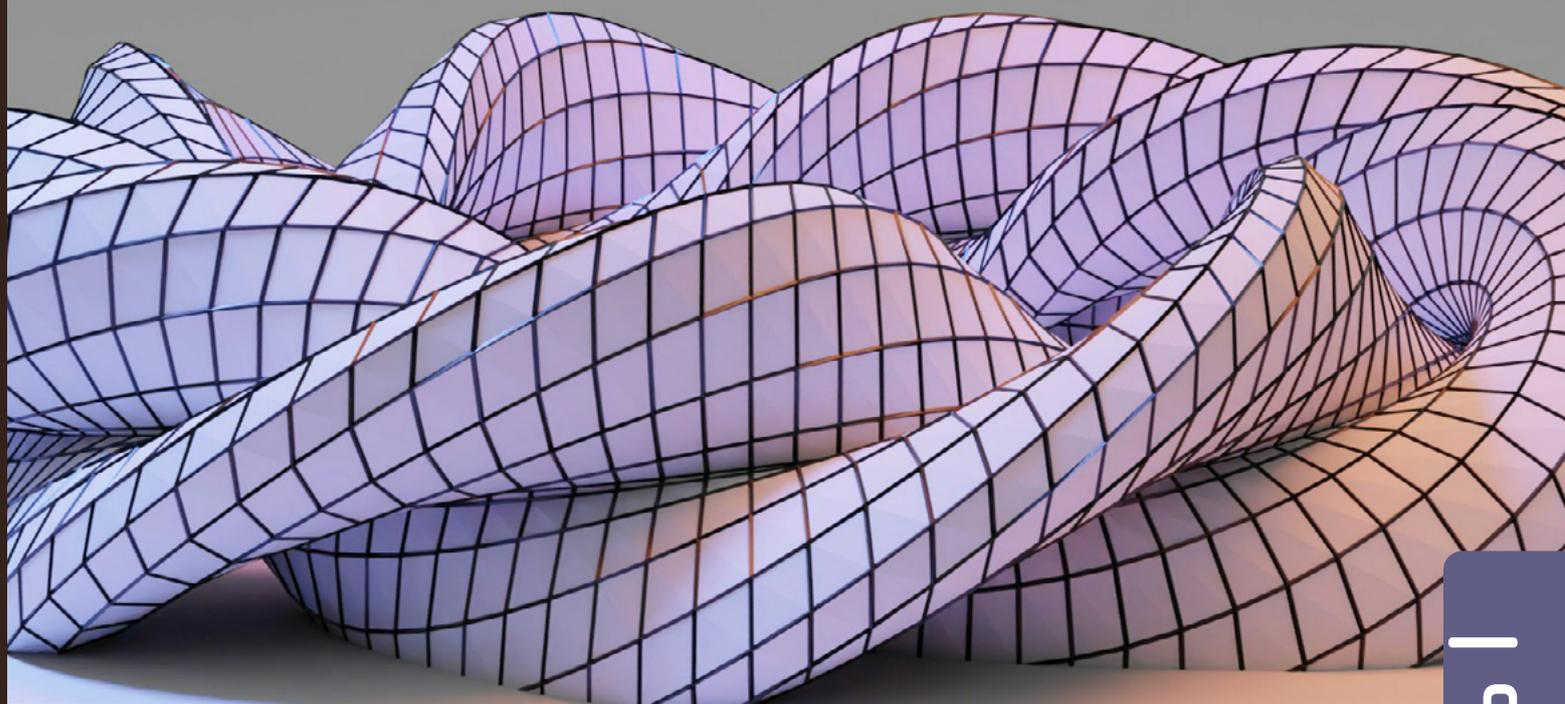


АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2713-1513



#2 (237), 2025

Часть I

Актуальные исследования

Международный научный журнал

2025 • № 2 (237)

Часть I

Издается с ноября 2019 года

Выходит еженедельно

ISSN 2713-1513

Главный редактор: Ткачев Александр Анатольевич, канд. социол. наук

Ответственный редактор: Ткачева Екатерина Петровна

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Абидова Гулмира Шухратовна, доктор технических наук, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

Альборад Ахмед Абуди Хусейн, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Аль-бутбахак Башшар Абуд Фадхиль, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Альхаким Ахмед Кадим Абдуалкарем Мухаммед, PhD, доцент, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Асаналиев Мелис Казыкеевич, доктор педагогических наук, профессор, академик МАНПО РФ (Кыргызский государственный технический университет)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, проректор по научной работе, профессор, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии (Дагестанский государственный педагогический университет)

Бафоев Феруз Муртазович, кандидат политических наук, доцент (Бухарский инженерно-технологический институт)

Гаврилин Александр Васильевич, доктор педагогических наук, профессор, Почетный работник образования (Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой)

Галузо Василий Николаевич, кандидат юридических наук, старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт образования и науки)

Григорьев Михаил Федосеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Арктический государственный агротехнологический университет)

Губайдуллина Гаян Нурахметовна, кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Международной Академии педагогического образования (Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова)

Ежкова Нина Сергеевна, доктор педагогических наук, профессор кафедры психологии и педагогики (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого)

Жилина Наталья Юрьевна, кандидат юридических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Ильина Екатерина Александровна, кандидат архитектуры, доцент (Государственный университет по землеустройству)

Каландаров Азиз Абдурахманович, PhD по физико-математическим наукам, доцент, проректор по учебным делам (Гулистанский государственный педагогический институт)

Карпович Виктор Францевич, кандидат экономических наук, доцент (Белорусский национальный технический университет)

Кожевников Олег Альбертович, кандидат юридических наук, доцент, Почетный адвокат России (Уральский государственный юридический университет)

Колесников Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова)

Копалкина Евгения Геннадьевна, кандидат философских наук, доцент (Иркутский национальный исследовательский технический университет)

Красовский Андрей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН и АИН (Уральский технический институт связи и информатики)

Кузнецов Игорь Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент, академик международной академии фундаментального образования (МАФО), доктор медицинских наук РАГПН,

профессор, почетный доктор наук РАЕ, член-корр. Российской академии медико-технических наук (РАМТН) (Астраханский государственный технический университет)

Литвинова Жанна Борисовна, кандидат педагогических наук (Кубанский государственный университет)

Мамедова Наталья Александровна, кандидат экономических наук, доцент (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова)

Мукий Юлия Викторовна, кандидат биологических наук, доцент (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины)

Никова Марина Александровна, кандидат социологических наук, доцент (Московский государственный областной университет (МГОУ))

Насакаева Бакыт Ермекбайкызы, кандидат экономических наук, доцент, член экспертного Совета МОН РК (Карагандинский государственный технический университет)

Олешкевич Кирилл Игоревич, кандидат педагогических наук, доцент (Московский государственный институт культуры)

Попов Дмитрий Владимирович, доктор филологических наук (DSc), доцент (Андижанский государственный институт иностранных языков)

Пятаева Ольга Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент (Российская государственная академия интеллектуальной собственности)

Редкоус Владимир Михайлович, доктор юридических наук, профессор (Институт государства и права РАН)

Самович Александр Леонидович, доктор исторических наук, доцент (ОО «Белорусское общество архивистов»)

Сидикова Тахира Далиевна, PhD, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

Таджибоев Шарифджон Гайбуллоевич, кандидат филологических наук, доцент (Худжандский государственный университет им. академика Бободжона Гафурова)

Тихомирова Евгения Ивановна, доктор педагогических наук, профессор, Почётный работник ВПО РФ, академик МААН, академик РАЕ (Самарский государственный социально-педагогический университет)

Хайтова Олмахон Саидовна, кандидат исторических наук, доцент, Почетный академик Академии наук «Турон» (Навоийский государственный горный институт)

Цуриков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент (Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС))

Чернышев Виктор Петрович, кандидат педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер РФ (Тихоокеанский государственный университет)

Шаповал Жанна Александровна, кандидат социологических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Шошин Сергей Владимирович, кандидат юридических наук, доцент (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Эшонкулова Нуржахон Абдужабборовна, PhD по философским наукам, доцент (Навоийский государственный горный институт)

Яхшиева Зухра Зиятовна, доктор химических наук, доцент (Джиззакский государственный педагогический институт)

СОДЕРЖАНИЕ**НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ****Марков Д.П.**

УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА6

ФИЗИКА**Беляев А.А.**

РОЛЬ ГОРИЗОНТОВ СОБЫТИЙ В СТРУКТУРЕ МУЛЬТИВСЕЛЕННОЙ 13

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**Skripnik Y.M., Tsvetkov A.S.**CHALLENGES OF INTEGRATING SOLAR ENERGY INTO DISTRIBUTED ENERGY
GRIDS: CONFLICTS OF INTEREST AND SOLUTIONS 24**Каримов М.Р.**

АНАЛИЗ ПРОГРАММ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АУДИТА БЕЗОПАСНОСТИ..... 30

Каримов М.Р.ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВНЕДРЕНИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АУДИТА
БЕЗОПАСНОСТИ В ООО «АЛЬФА-СОЮЗ»..... 34**Клюшкин А.Д.**

УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ И ОСНОВАНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ 37

Лукманов Ф.Ф.РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ, ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-
СПАСАТЕЛЬНЫХ, ПОИСКОВЫХ И ДРУГИХ НЕОТЛОЖНЫХ РАБОТ..... 41**Лукманов Ф.Ф.**ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В
ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ И ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ 44**Насыров А.Н.**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ
АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ..... 47**Насыров А.Н.**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО «БЕЛОРЕЦКИЕ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СЕТИ» С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ
УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ..... 51**Припадчев А.Д., Зайногабденов Н.Р.**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАДИОПРОЗРАЧНЫХ
СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ОБТЕКАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ..... 54

Хусаинова Э.Ф.	
К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА	58
Хусаинова Э.Ф.	
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА РЕЗЧИКА НА ПИЛАХ, НОЖОВКАХ И СТАНКАХ.....	62

НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



10.5281/zenodo.14645131

МАРКОВ Дмитрий Павлович

магистрант, Уфимский университет науки и технологий, Россия, Уфа

УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

Аннотация. Утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ) является актуальной экологической и экономической задачей. Статья рассматривает современные методы переработки ПНГ, их эффективность и влияние на снижение выбросов парниковых газов. Особое внимание уделяется инновационным технологиям и перспективам развития отрасли. Приводятся примеры успешной реализации проектов утилизации, демонстрирующие экономическую выгоду и экологическую значимость использования ПНГ.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, утилизация, экология, переработка, выбросы, технологии, инновации.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) является одним из побочных продуктов добычи нефти. В процессе разработки нефтяных месторождений вместе с нефтью высвобождаются значительные объемы газа, который на протяжении десятилетий считался второстепенным ресурсом. Однако современная индустрия осознаёт, что игнорирование этого ресурса не только приводит к экономическим потерям, но и создает серьезные экологические проблемы.

Основной проблемой является то, что значительная часть ПНГ по-прежнему сжигается на факелах. Этот процесс сопровождается выделением огромного количества углекислого газа и других вредных веществ в атмосферу, что способствует изменению климата и загрязнению окружающей среды. По данным международных экологических организаций, ежегодно сжигание ПНГ приводит к выбросу миллионов тонн парниковых газов, что делает эту проблему глобальной [1]. Более того, в условиях усиления экологических стандартов такие действия влекут за собой штрафы и репутационные риски для компаний.

С другой стороны, ПНГ представляет собой ценный ресурс, который можно использовать для различных целей. Этот газ содержит метан, этан, пропан, бутан и другие углеводороды, что делает его перспективным сырьем для энергетики, химической промышленности и других

отраслей. Утилизация ПНГ может быть экономически выгодной, так как позволяет сократить затраты на энергию и увеличить доходы компаний за счет создания дополнительных продуктов, таких как электроэнергия, тепло, или сжиженный природный газ (СПГ).

Однако утилизация ПНГ связана с рядом технических и инфраструктурных сложностей. Например, удаленность нефтяных месторождений от потребителей газа или нехватка технологий для переработки этого ресурса в некоторых регионах часто становятся препятствием для эффективного использования. Тем не менее развитие технологий и государственная поддержка создают условия для изменения этой ситуации.

Таким образом, утилизация попутного нефтяного газа – это не только необходимость, продиктованная экологическими требованиями, но и значительный экономический потенциал. Введение эффективных технологий переработки ПНГ и снижение его сжигания являются важными задачами как для бизнеса, так и для сохранения окружающей среды.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) перестает восприниматься как отход нефтедобычи и становится ценным ресурсом для производства энергии, топлива и химической продукции. Современные методы утилизации ПНГ включают широкий спектр технологий, направленных на

максимальное использование этого ресурса. В данном разделе рассмотрим основные подходы и их особенности [2].

Одним из наиболее распространенных методов утилизации ПНГ является его использование для генерации электроэнергии. Газовые турбины или двигатели используют ПНГ в качестве топлива для производства электричества. Этот подход особенно эффективен в удаленных районах, где отсутствует централизованное энергоснабжение. Электричество, полученное таким образом, может использоваться для нужд нефтедобычи, местных сообществ или поставляться в общую сеть.

СПГ становится важным продуктом, получаемым из ПНГ. Сжижение позволяет транспортировать газ на большие расстояния, включая регионы, где отсутствует газопроводная инфраструктура. Установки для производства СПГ часто устанавливаются непосредственно на месторождениях, что позволяет эффективно перерабатывать газ.

ПНГ содержит углеводороды, которые могут быть переработаны в химическую продукцию,

такую как метанол, этилен, пропилен и другие соединения. Эти продукты находят применение в нефтехимической промышленности для производства пластмасс, удобрений и других материалов. Данный метод требует сложного оборудования и развитой инфраструктуры, но может принести значительные экономические выгоды.

Закачка ПНГ обратно в пласт является одним из способов повышения нефтеотдачи. Это позволяет не только сохранить газ для последующего использования, но и повысить давление в пласте, что способствует более полному извлечению нефти. Метод широко применяется в условиях удаленных месторождений, где транспортировка газа невозможна.

Технология GTL позволяет преобразовать ПНГ в жидкое топливо, такое как дизельное или авиационное топливо. Этот процесс основан на каталитической переработке газа и позволяет создать продукт, удобный для транспортировки и хранения. Хотя технология достаточно дорогая, она перспективна для регионов с крупными объемами ПНГ.

Таблица 1

Современные методы утилизации ПНГ [3, с. 45-52]

Метод	Описание	Преимущества	Ограничения
Выработка электроэнергии	Использование ПНГ в газовых турбинах или двигателях для производства электричества.	<ul style="list-style-type: none"> Доступно в удаленных районах. Снижение затрат на энергоснабжение. 	<ul style="list-style-type: none"> Нужны установки для переработки газа. Ограничено местным спросом на электроэнергию.
Производство СПГ	Сжижение газа для последующей транспортировки и продажи.	<ul style="list-style-type: none"> Возможность транспортировки газа в регионы без газопроводов. Экономическая выгода от продажи СПГ. 	<ul style="list-style-type: none"> Высокая стоимость оборудования. Необходимость охлаждения до крайне низких температур.
Химическая переработка	Превращение ПНГ в химические продукты, такие как метанол, этилен и пропилен.	<ul style="list-style-type: none"> Высокая добавленная стоимость продукции. Возможность интеграции с нефтехимическими предприятиями. 	<ul style="list-style-type: none"> Необходима развитая инфраструктура. Высокие капитальные затраты на оборудование.
Рекомпрессия и закачка в пласт	Закачка ПНГ в пласт для повышения нефтеотдачи или сохранения газа для будущего использования.	<ul style="list-style-type: none"> Повышение нефтеотдачи. Сохранение газа для последующей добычи. 	<ul style="list-style-type: none"> Зависимость от геологических условий. Высокие затраты на компрессионное оборудование.
Производство жидкого топлива (GTL)	Превращение ПНГ в синтетическое жидкое топливо.	<ul style="list-style-type: none"> Удобство хранения и транспортировки. Производство топлива высокого качества. 	<ul style="list-style-type: none"> Высокая стоимость технологий. Нужны большие объемы газа для экономической рентабельности.

Современные методы утилизации ПНГ демонстрируют высокий потенциал как с точки зрения экологии, так и с точки зрения экономики. Каждая технология имеет свои преимущества и ограничения, которые зависят от условий месторождения, объемов газа и доступной инфраструктуры. Интеграция нескольких методов на одном объекте может стать оптимальным решением, позволяющим минимизировать потери и максимизировать использование ресурса.

Утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ) – это не только экологически, но и экономически целесообразный процесс. В этом разделе рассматриваются ключевые аспекты экономической выгоды от переработки и использования ПНГ, а также примеры успешных проектов, демонстрирующих реальную финансовую отдачу [4].

Сжигание ПНГ на факелах представляет собой значительную потерю ценного ресурса. По оценкам экспертов, ежегодно в факелах сжигается ПНГ, который мог бы быть переработан в энергию или продукты с высокой добавленной стоимостью. Утилизация ПНГ позволяет:

Производить электроэнергию, которая может использоваться на месторождениях или поставляться в энергосистему.

Производить жидкое топливо, химические продукты или сжиженный природный газ (СПГ), которые имеют высокую рыночную стоимость.

Снизить затраты на утилизацию, такие как расходы на сжигание и штрафы за выбросы.

Реализация проектов утилизации ПНГ приносит не только экологические, но и значительные экономические выгоды:

Россия: Газпром реализовал несколько проектов по утилизации ПНГ, включая использование газа для выработки электроэнергии на месторождениях. Это позволило сократить затраты на энергию и избежать штрафов за выбросы.

Нигерия: В стране реализуются проекты по переработке ПНГ в СПГ, что позволило существенно увеличить экспорт газа.

США: на месторождениях в Техасе используется технология GTL (gas-to-liquids), позволяющая преобразовывать ПНГ в синтетическое топливо, что приносит компаниям миллионы долларов прибыли ежегодно.

Экономическая эффективность утилизации ПНГ зависит от многих факторов, таких как доступная инфраструктура, объем газа и рынок сбыта продуктов переработки. Однако в большинстве случаев выгоды значительно превышают затраты на внедрение технологий. Например:

Установки для производства электроэнергии окупаются в течение 3–5 лет.

Производство СПГ или жидкого топлива может приносить прибыль уже в первые годы эксплуатации при наличии надежного рынка сбыта.

Технологические инновации играют ключевую роль в снижении затрат на утилизацию ПНГ. Современные решения позволяют:

Автоматизировать процессы переработки.

Использовать модульные установки, которые легко транспортировать и устанавливать даже в удаленных регионах.

Эффективно использовать ресурсы благодаря повышению коэффициента полезного действия.

Наряду с прямыми экономическими выгодами, компании могут избежать штрафов за сжигание газа и повысить свою репутацию. Например, в рамках международных соглашений, таких как Парижское соглашение, компании обязаны снижать выбросы парниковых газов. Государства также предлагают льготы и субсидии для проектов утилизации ПНГ.

На основе данных международных агентств я подготовил диаграмму, которая отображает объемы сжигания ПНГ по регионам мира и их потенциальную экономическую стоимость.

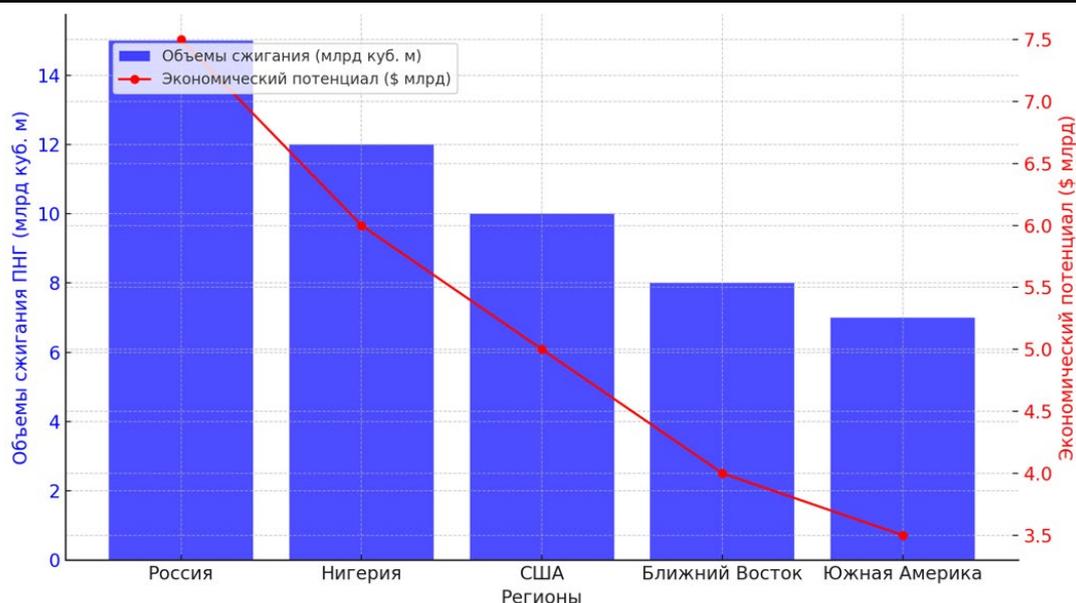


Рис. Объемы сжигания ПНГ и их экономический потенциал по регионам [5, с. 32-40]

Диаграмма отображает объемы сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) в пяти регионах мира (Россия, Нигерия, США, Ближний Восток, Южная Америка) и их потенциальную экономическую стоимость. Россия демонстрирует наибольший объем сжигания ПНГ (15 млрд куб. м) с экономическим потенциалом \$7.5 млрд, за ней следуют Нигерия и США. Тренд показывает, что уменьшение объемов сжигания может существенно увеличить экономическую отдачу, что подчеркивает важность утилизации ПНГ.

Утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ) играет важную роль в решении экологических проблем, вызванных его неконтролируемым сжиганием. Это сжигание сопровождается огромным количеством выбросов углекислого газа (CO_2), метана (CH_4) и других вредных веществ, что негативно сказывается на состоянии окружающей среды и способствует изменению климата. В этом разделе рассматривается экологическое воздействие сжигания ПНГ, а также преимущества его утилизации для снижения углеродного следа.

Сжигание ПНГ – это основная практика в регионах, где отсутствует инфраструктура для его утилизации. Этот процесс вызывает следующие экологические проблемы:

Сжигание ПНГ является источником значительного количества CO_2 и CH_4 , которые способствуют глобальному потеплению. Например, метан обладает в 25 раз более сильным парниковым эффектом, чем углекислый газ.

Сжигание приводит к выбросу оксидов азота (NO_x), угарного газа (CO) и твердых частиц, которые ухудшают качество воздуха.

Выбросы загрязняющих веществ могут нанести ущерб местной флоре и фауне.

Утилизация ПНГ позволяет значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Основные преимущества включают:

Технологии утилизации, такие как производство электроэнергии, СПГ и химическая переработка, уменьшают объем выбросов CO_2 и CH_4 .

Преобразование ПНГ в энергию или продукты с высокой добавленной стоимостью способствует замещению ископаемых видов топлива, таких как уголь.

Снижение выбросов вредных веществ помогает предотвратить деградацию местных экосистем.

Глобальные усилия по борьбе с изменением климата усиливают необходимость утилизации ПНГ [6, с. 56-63]. Международные соглашения, такие как Парижское соглашение, требуют от стран сокращения выбросов парниковых газов. Кроме того:

Международные инициативы, такие как Всемирный банк Zero Routine Flaring by 2030, направлены на полное прекращение регулярного сжигания ПНГ.

Компании, активно занимающиеся утилизацией газа, получают поддержку в виде налоговых льгот и субсидий.

Современные технологии утилизации ПНГ не только экономически выгодны, но и экологически безопасны. Примеры технологий включают:

Выработка электроэнергии или тепла позволяет сократить использование угля и других загрязняющих видов топлива.

Сжиженный газ может быть транспортирован в регионы с низким уровнем выбросов, что снижает глобальное загрязнение.

Превращение ПНГ в продукты нефтехимии снижает выбросы в долгосрочной перспективе.

Таблица 2

Сравнение экологических аспектов утилизации ПНГ [7]

Аспект	Сжигание ПНГ	Утилизация ПНГ
Выбросы CO ₂ и CH ₄	Высокие выбросы, усиливающие парниковый эффект.	Значительное снижение выбросов за счет переработки газа в энергию или продукцию.
Загрязнение воздуха	Высокий уровень выбросов NO _x , CO и твердых частиц.	Снижение выбросов загрязняющих веществ, особенно при использовании чистых технологий.
Использование ресурса	Газ теряется без пользы, создавая экологический ущерб.	Газ используется для производства энергии, топлива или химической продукции.
Воздействие на экосистемы	Ухудшение состояния экосистем из-за токсичных выбросов.	Улучшение состояния окружающей среды за счет сокращения вредных выбросов.
Соответствие международным нормам	Нарушение требований по сокращению выбросов.	Удовлетворение международных стандартов и экологических обязательств.
Долгосрочная перспектива	Ускоряет изменение климата, создает экономические и экологические проблемы.	Способствует снижению углеродного следа, улучшению экологии и устойчивому развитию.

Экологическая значимость утилизации ПНГ очевидна. Этот процесс позволяет минимизировать вредное воздействие на окружающую среду, сократить выбросы парниковых газов и улучшить качество воздуха. В условиях глобальных усилий по борьбе с изменением климата внедрение технологий утилизации становится приоритетной задачей для нефтяных компаний и государств.

Утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ) – это одна из наиболее актуальных задач современного нефтегазового сектора, связанная как с экологическими, так и с экономическими вызовами. Традиционная практика сжигания ПНГ на факелах приводит к огромным потерям ресурса и серьезному загрязнению окружающей среды. В то же время утилизация ПНГ открывает широкие возможности для улучшения экологической ситуации и повышения эффективности использования природных ресурсов.

Утилизация ПНГ позволяет значительно снизить объемы выбросов парниковых газов, таких как углекислый газ (CO₂) и метан (CH₄). Это особенно важно в условиях глобальной борьбы с изменением климата и соблюдения международных соглашений, таких как

Парижское соглашение. Кроме того, сокращение выбросов оксидов азота (NO_x), угарного газа (CO) и твердых частиц улучшает качество воздуха и помогает сохранить экосистемы. Утилизация ПНГ является примером того, как экологические инициативы могут быть интегрированы в бизнес-процессы, принося при этом пользу как компаниям, так и окружающей среде.

Использование ПНГ в качестве сырья для производства энергии, топлива и химической продукции открывает значительный экономический потенциал. Современные технологии позволяют перерабатывать ПНГ в электроэнергию, сжиженный природный газ (СПГ), жидкое топливо (GTL) и нефтехимическую продукцию с высокой добавленной стоимостью. Эти продукты востребованы на мировых рынках, что обеспечивает нефтяным компаниям дополнительные источники дохода [8, с. 15-23]. Более того, снижение штрафов за выбросы и получение налоговых льгот за реализацию экологических проектов делает утилизацию ПНГ еще более экономически привлекательной.

Развитие технологий играет ключевую роль в решении проблемы утилизации ПНГ.

Современные подходы, такие как мини-заводы по производству СПГ, гибкие энергетические установки и инновационные методы переработки газа, делают процесс утилизации доступным даже в удаленных регионах. Автоматизация и цифровизация процессов позволяют снизить затраты и повысить эффективность переработки. Кроме того, интеграция нескольких технологий на одном объекте, например, одновременное производство энергии и химических продуктов, позволяет максимально эффективно использовать ресурсы.

Утилизация ПНГ имеет важное значение и с точки зрения социальной ответственности компаний. Реализация экологических проектов способствует улучшению качества жизни местного населения за счет снижения загрязнения воздуха, создания новых рабочих мест и обеспечения энергоснабжения в удаленных районах. Компании, которые активно внедряют технологии утилизации ПНГ, укрепляют свою репутацию и демонстрируют приверженность принципам устойчивого развития.

В условиях ужесточения экологических требований и повышения осведомленности о необходимости устойчивого использования ресурсов утилизация ПНГ становится неотъемлемой частью глобальной энергетической повестки. Международные инициативы, такие как программа Всемирного банка Zero Routine Flaring by 2030, побуждают компании и страны к переходу на практики, исключающие сжигание ПНГ. Внедрение таких решений требует не только технологического прогресса, но и координации усилий между государствами, компаниями и экологическими организациями.

Утилизация ПНГ – это не просто технический процесс, а стратегический подход к решению важных глобальных проблем [9]. Она помогает преодолеть противоречие между необходимостью увеличения производства энергии и задачей сохранения окружающей среды. Внедрение современных технологий утилизации позволяет не только минимизировать экологические риски, но и открыть новые экономические горизонты. Таким образом, утилизация ПНГ становится важным инструментом для достижения устойчивого развития и гармоничного сосуществования индустрии и природы.

Учитывая экономический, экологический и социальный потенциал утилизации ПНГ,

можно с уверенностью утверждать, что инвестиции в эту сферу будут приносить долгосрочные выгоды для бизнеса, общества и окружающей среды. Перспективы развития технологий и увеличение государственной поддержки в этой области создают все условия для того, чтобы утилизация ПНГ стала стандартной практикой во всем мире.

Литература

1. Газпром. Устойчивое развитие: Утилизация попутного нефтяного газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gazprom.ru/>, свободный. – Дата обращения: 13.01.2025.
2. Всемирный банк. Инициатива «Zero Routine Flaring by 2030» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.worldbank.org/>, свободный. – Дата обращения: 13.01.2025.
3. Котельников А.В. Утилизация попутного нефтяного газа в России: современные технологии и перспективы / А.В. Котельников // Нефтегазовые технологии. – 2023. – № 3. – С. 45-52.
4. Международное энергетическое агентство. Статистика сжигания попутного нефтяного газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/>, свободный. – Дата обращения: 13.01.2025.
5. Штейн Ю.Л. Экологические аспекты утилизации попутного нефтяного газа / Ю.Л. Штейн // Экология и промышленность России. – 2023. – № 2. – С. 32-40.
6. Рахманов Д.В. Экономическая эффективность переработки ПНГ: анализ и перспективы / Д.В. Рахманов // Нефтегазовая отрасль. – 2023. – № 5. – С. 56-63.
7. Министерство энергетики Российской Федерации. Аналитический отчет по утилизации попутного нефтяного газа [Электронный ресурс]. – М., 2023. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/>, свободный. – Дата обращения: 13.01.2025.
8. Алексеев В.П. Новейшие технологии переработки ПНГ: мировые тренды / В.П. Алексеев // Инновации в энергетике. – 2023. – № 1. – С. 15-23.
9. ООН. Программа устойчивого развития до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/>, свободный. – Дата обращения: 13.01.2025.

MARKOV Dmitry Pavlovich

Master's Student, Ufa University of Science and Technology, Russia, Ufa

ASSOCIATED PETROLEUM GAS UTILIZATION

Abstract. *Associated petroleum gas (APG) utilization is a pressing environmental and economic issue. The article explores modern methods of APG processing, their efficiency, and their impact on reducing greenhouse gas emissions. Special attention is given to innovative technologies and the prospects for industry development. Examples of successful utilization projects are provided, highlighting the economic benefits and environmental importance of APG usage.*

Keywords: *associated petroleum gas, utilization, ecology, processing, emissions, technology, innovation.*

ФИЗИКА

БЕЛЯЕВ Анатолий Анатольевич

государственный инспектор в области охраны окружающей среды,
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Заповедное Прибайкалье»,
Россия, г. Иркутск

РОЛЬ ГОРИЗОНТОВ СОБЫТИЙ В СТРУКТУРЕ МУЛЬТИВСЕЛЕННОЙ

Аннотация. В статье раскрыта роль горизонтов событий, отделяющих пространства разных вселенных друг от друга. Рассмотрена возможность варибельности фундаментальных физических постоянных в условиях Мультивселенной. Также описана возможность представления различных физических объектов, в том числе и элементарных частиц, как объектов, закрытых индивидуальными горизонтами событий. Высказано предположение, основанное на анализе величин масс различных объектов, что в ходе виртуального туннелирования на горизонты событий и сквозь них, те физические объекты, которые принадлежат нашей Вселенной и способны эволюционировать, приобретают существенно новые качества.

Ключевые слова: варибельность фундаментальных физических постоянных, горизонты событий, квантовое туннелирование, Мультивселенная, происхождение жизни, размеры элементарных частиц, эволюция.

1. Введение

Обычно считается, что объекты, закрытые горизонтами событий, так называемые «чёрные дыры» – это экзотические астрофизические объекты, расположенные в дальнем Космосе. Например, установлено, что один из таких объектов находится в центре нашей галактики. Правда, существует мнение, что вся наша Вселенная закрыта горизонтом событий, отделяющим её от других вселенных, входящих в Мультивселенную [1, с. 6-13]. А если это так, то горизонт событий может находиться между разными измерениями многомерной Мультивселенной. Точнее – в компактифицированном измерении, примыкающем к пространству нашей Вселенной. Это значит, что любая точка в нашем пространстве непосредственно контактирует с горизонтом событий, закрывающим нашу Вселенную. Но, к сожалению, никаких объективных данных, подтверждающих это предположение, до настоящего момента не было.

Эта статья преследует три основные цели. Первая цель – познакомить читателя с результатами конкретных вычислений, которые показывают возможность представления физических объектов, в том числе элементарных частиц, объектами, каждый из которых закрыт

индивидуальным горизонтом событий. При этом величина гравитационной постоянной внутри таких объектов значительно (на много порядков) больше, чем снаружи. Следовательно, горизонт событий может играть роль физической сущности, разделяющей участки пространств, обладающие совершенно разными величинами фундаментальных физических постоянных.

Вторая цель этой статьи – установить взаимосвязь эволюционных изменений, происходящих в нашей Вселенной с наличием горизонта событий, отделяющего пространство нашей Вселенной от других вселенных и с наличием процессов виртуального туннелирования физических объектов из нашей Вселенной в другие вселенные. Причём в ходе такого туннелирования внутренняя структура туннелирующего объекта изменяется, в частности, она может усложняться.

Третья цель настоящей статьи – привести материал, касающийся эволюционных процессов, происходящих в нашей Вселенной, который можно считать доказательством наличия такого горизонта событий, закрывающего нашу Вселенную, наличия плотного контакта с ним всех точек нашего пространства, а также наличия виртуального туннелирования

физических объектов, принадлежащих нашей Вселенной.

2. Возможность вариабельности фундаментальных физических постоянных в Мультивселенной

Во второй половине двадцатого века проводились работы в рамках антропного принципа, например [7, с. 36-40; 10, с. 605-612]. В одной из этих работ [7, с. 36-40] рассматривалась проблема возможности существования сложных структур при сильном и согласованном изменении констант α_e и α_g . Авторы этой работы, И. Д. Новиков, А. Г. Полнарёв, и И. Л. Розенталь, изучая некоторые физические зависимости на фазовом пространстве « $\alpha_e... \alpha_g$ », пришли к выводу, что в рассмотренной ими области существует не один, а два, как они выразились, «острова стабильности структур». В одном из них расположена наша Вселенная ($\alpha_e^{-1}=137,035999177$, $\alpha_g=5,90615 \cdot 10^{-39}$ [11]). А у другого «острова» значения α_e и α_g примерно равны единице. Это значит, что в том «острове» величина α_g почти на сорок порядков больше, чем величина, характерная для нашей Вселенной.

Но если учесть, что эти константы являются физически безразмерными, тогда при существовании иной вселенной, в которой они принимают такие значения, в той вселенной и чисто физические постоянные (т. е. постоянные, имеющие физические размерности) тоже должны иметь значения, резко отличные от значений в нашей Вселенной. Автор настоящей статьи принял, что в другом «острове стабильности структур», открытом этими исследователями, приведённая постоянная Планка (\hbar) и гравитационная постоянная (G) существенно отличаются от величин, характерных для пространства нашей Вселенной.

Учитывая, во-первых, формулы, по которым вычисляются α_e и α_g : $\alpha_e=e^2/(4\pi\hbar\epsilon_0)$; и $\alpha_g=Gm_p^2/\hbar c$, где e – элементарный

электрический заряд; ϵ_0 – электрическая проницаемость вакуума; m_p – масса покоя протона; c – скорость света в вакууме. А во-вторых, учитывая величины диапазонов, в которых меняются α_e и α_g , такое предположение выглядит вполне разумно, и даже, похоже, оно хорошо согласуется с принципом Оккама.

Примем следующие символы для обозначения этих физических постоянных. Тот факт, что их величины в разных вселенных различны, отметим символами xG и ${}^y\hbar$. Величины, характерные для нашей Вселенной [11] обозначим символами с индексом «0» – 0G и ${}^0\hbar$. А значениям, примерно соответствующим «острову стабильности структур», открытому И. Д. Новиковым с соавторами, присвоим индекс «-» – ${}^-G$ и ${}^-\hbar$.

Эти величины вычисляются по следующим формулам: ${}^-G={}^0\hbar c/m_p^2$ и величина ${}^-\hbar={}^0\hbar\alpha_e$. Эти величины определены исходя из предположения, что в той вселенной величины α_e и α_g точно равны единице, а величины скорости света в вакууме и массы покоя протона, а также и величины элементарного электрического заряда и электрической проницаемости вакуума точно такие же, как в нашей Вселенной.

Также далее в тексте настоящей статьи будут рассмотрены немного изменённые значения величины ${}^-G$.

Учитывая предположение, высказанное И. Д. Новиковым с соавторами о том, что при дальнейшем изучении могут быть открыты и другие «острова стабильности структур» [7, с. 36-40], автор настоящей статьи из соображений симметрии определил ещё одно значение гравитационной постоянной и ещё одно значение приведённой постоянной Планка и присвоил им индекс «+» – ${}^+G$ и ${}^+\hbar$. Они рассчитываются по формулам: ${}^+G={}^0G^2/{}^-G$; ${}^+\hbar={}^0\hbar/\alpha_e$.

Все величины этих физических постоянных представлены в табл.1.

Таблица 1

Значения величин физических постоянных в Мультивселенной

	${}^xG, \text{ м}^3/(\text{кг}\cdot\text{с}^2)$	${}^y\hbar, (\text{кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$	${}^x m_{\text{pl}}, \text{ кг}$	${}^x m_{\text{pl}}\cdot\text{с}, (\text{кг}\cdot\text{м})/\text{с}$
№	1	2	3	4
1	${}^-G=1,13005945\cdot 10^{28}$	${}^-\hbar=7,6955893\cdot 10^{-37}$	$1,4288296\cdot 10^{-28}$	$4,2835234\cdot 10^{-20}$
2	${}^-G=1,13005945\cdot 10^{28}$	${}^0\hbar=1,0545718\cdot 10^{-34}$	$1,6726219\cdot 10^{-27}$	$5,0143943\cdot 10^{-19}$
3	${}^-G=1,13005945\cdot 10^{28}$	${}^+\hbar=1,4451430\cdot 10^{-32}$	$1,9580109\cdot 10^{-26}$	$5,8699692\cdot 10^{-18}$
4	${}^0G=6,67430\cdot 10^{-11}$	${}^-\hbar=7,6955893\cdot 10^{-37}$	$1,85921\cdot 10^{-9}$	$0,557377$
5	${}^0G=6,67430\cdot 10^{-11}$	${}^0\hbar=1,0545718\cdot 10^{-34}$	$2,176434\cdot 10^{-8}$	$6,524785$
6	${}^0G=6,67430\cdot 10^{-11}$	${}^+\hbar=1,4451430\cdot 10^{-32}$	$2,54778\cdot 10^{-7}$	$76,3807$
7	${}^+G=3,94194\cdot 10^{-49}$	${}^-\hbar=7,6955893\cdot 10^{-37}$	$2,41922\cdot 10^{10}$	$7,25265\cdot 10^{18}$
8	${}^+G=3,94194\cdot 10^{-49}$	${}^0\hbar=1,0545718\cdot 10^{-34}$	$2,83200\cdot 10^{11}$	$8,49013\cdot 10^{19}$
9	${}^+G=3,94194\cdot 10^{-49}$	${}^+\hbar=1,4451430\cdot 10^{-32}$	$3,31521\cdot 10^{12}$	$9,93874\cdot 10^{20}$

В этой же таблице приведены значения соответствующих планковских масс и планковских импульсов, вычисленные по следующим формулам: $m_{pl} = (\hbar \cdot c / G)^{0,5}$; $m_{pl} \cdot c$.

В заключение этой главы необходимо отметить, что величина гравитационной постоянной при $\alpha_g = 1$, равная G , также точно равна величине гравитационной постоянной, которая получается при выполнении условия, что планковская масса равна массе покоя протона.

3. Элементарные частицы как объекты, закрытые горизонтами событий

В первой половине двадцатого века Эйнштейн с соавторами [12, с. 65-100] пытались представить элементарные частицы как объекты, подвергшиеся коллапсу, другими словами, как объекты, закрытые горизонтами событий. Но в этих исследованиях они использовали только то значение гравитационной постоянной, которое характерно для пространства нашей Вселенной, а именно $G = 6,67430 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$. Возможно, именно поэтому им не удалось получить однозначно положительные результаты.

Но сейчас, после открытия, сделанного И. Д. Новиковым, А. Г. Полнарёвым и И. Л. Розенталем [7, с. 36-40] можно попытаться вычислить радиусы горизонтов событий для физических объектов, используя изменённые

значения гравитационной постоянной. И безусловно, в первую очередь такие работы должны быть проведены с элементарными частицами. Особый интерес представляет изучение значений радиусов горизонтов событий для тех объектов, размеры которых уже были изучены в ходе экспериментов. Это позволит произвести проверку теоретических выводов данными, полученными экспериментально. Речь здесь идёт о протоне и дейтроне, π^+ -мезоне и K^+ -мезоне.

Пытаясь учесть всё вышесказанное, автор настоящей статьи вычислил радиусы горизонтов событий для этих объектов. Вычисления производились с использованием формул общей теории относительности [8, с. 276; 9, с. 355]. Радиус горизонта событий Керра-Ньюмана вычислен по формуле:

$$R_{KN}^+ = (G \cdot m / c^2) + \{ (G \cdot m / c^2)^2 - [(Q^2 \cdot G) / (4\pi \epsilon_0)] - [J^2 / (m^2 \cdot c^2)] \}^{0,5}, (1)$$

А радиус горизонта событий Рейсснера-Нордстрёма – по формуле:

$$R_{RN}^+ = (G \cdot m / c^2) + \{ (G \cdot m / c^2)^2 - [(Q^2 \cdot G) / (4\pi \epsilon_0)] \}^{0,5}, (2)$$

Где: m – масса объекта, Q – электрический заряд объекта, J – спин объекта.

Значения вычисленных радиусов горизонтов событий для протона, дейтрона и K^+ -мезона приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение значений радиусов горизонтов событий, вычисленных для элементарных частиц, с радиусами, измеренными у них в ходе экспериментов

	$G, \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$	R_{KN} протона, м	R_{KN} дейтрона, м	$R_{RN} K^+$ -мезона, м
№	1	2	3	4
1	$G = 1,130 \dots \cdot 10^{28}$	$3,915 \dots \cdot 10^{-16}$	$8,270 \dots \cdot 10^{-16}$	$2,198 \dots \cdot 10^{-16}$
2	$^{-1}G = 2,260 \dots \cdot 10^{28}$	$8,270 \dots \cdot 10^{-16}$	$1,674 \dots \cdot 10^{-16}$	$4,411 \dots \cdot 10^{-16}$
3	Среднеквадратичный радиус распределения электрического заряда, $\langle r \rangle$, м	$8,4075 \cdot 10^{-16}$	$2,12778 \cdot 10^{-16}$	$5,60 \cdot 10^{-16}$
4	$^{-2}G = 2,958 \dots \cdot 10^{28}$	$1,090 \dots \cdot 10^{-15}$	$2,195 \dots \cdot 10^{-15}$	$5,779 \dots \cdot 10^{-16}$

Среднеквадратичные радиусы $\langle r \rangle$, указанные в этой таблице взяты из [11; 17, с. 40]. Значения величин гравитационной постоянной, показанные в строчках 2 и 4 вычислены по следующим формулам:

$$^{-1}G = \hbar c / (m_p \sqrt{2})^2 \text{ и } ^{-2}G = \hbar c / [2 \cdot m_p / (\sqrt{5} + 1)]^2, (3)$$

Совпадения вычисленных радиусов горизонтов событий с экспериментально измеренными результатами впечатляют. При вычислении и анализе данных, представленных в таблице 2, автора настоящей статьи особенно заинтересовала очень большая согласованность: с одной стороны – величин спина и

электрического заряда, а с другой стороны масс элементарных частиц и дейтрона. Учитывая значительную разницу абсолютных значений упомянутых величин, становится очевидным, что подобное согласование, позволяющее существовать не мнимым, а действительным горизонтам событий у элементарных частиц – это вовсе не случайность, а закономерность.

Единственно, что здесь необходимо отметить, это то, что при таких сравнениях стоит помнить – радиусы горизонтов событий и среднеквадратичные радиусы распределения электрических зарядов – это различные

физические сущности. И хотя они могут быть близки по величинам, абсолютных совпадений тут быть не должно. Тем более вычисления показывают, что для того, чтобы радиус π^+ -мезона был близок к его среднеквадратичному радиусу (для π^+ -мезона $\langle r \rangle = 6,59 \cdot 10^{-16}$ м; его масса взята из [15, с. 8]), значение гравитационной постоянной должно быть примерно в десять раз больше тех значений xG , что указаны в таблице 2.

Таким образом, из данных, представленных в табл. 2 можно сделать следующие предварительные выводы. По крайней мере, квантовые объекты можно рассматривать как объекты, каждый из которых закрыт собственным горизонтом событий. При этом вычисление характеристик горизонтов событий именно для квантовых объектов необходимо проводить с использованием гравитационной постоянной, имеющей чрезвычайно большую величину (xG порядка 10^{28} м³/(кг·с²) или даже больше). Другими словами, внутри этих объектов значение гравитационной постоянной существенно отличается от значения снаружи объекта. Горизонты событий вообще можно (и должно) представлять как самостоятельные физические образования, разделяющие пространства с различными, причём с существенно различными, значениями величин фундаментальных физических постоянных.

4. Процессы виртуального появления и виртуального исчезновения в Мультивселенной

Существуют вполне правдоподобные гипотезы, что Мир, в котором мы живём, состоит не только из нашей Вселенной, но и из многих физически не наблюдаемых вселенных. Всё множество этих вселенных, включая нашу, образует Мультивселенную. Кроме того, науке известны понятия: физический вакуум и виртуальная элементарная частица. Зададим вопрос. Некоторый физический объект может появляться из физического вакуума (при выполнении условия $E \cdot t < \hbar$, где E – полная энергия объекта, t – время виртуального существования, \hbar – приведённая постоянная Планка). Что запрещает другому физическому объекту, при выполнении такого же условия, виртуально и обратимо исчезать в физическом вакууме? На взгляд автора, никаких запретов на это нет. И далее, может ли в результате такого физически не наблюдаемого, обратимого виртуального исчезновения приобретаться некоторое количество информации? Или даже лучше сказать –

может ли появляться новая, ранее не существовавшая организация, т. е. изменения структуры? Необходимо рассмотреть такую возможность и использовать её для объяснения процессов, происходящих в нашей Вселенной, в том числе и для объяснения эволюционных процессов.

Для элементарных частиц, на примере электрона, процессы виртуально-обратимого появления и виртуально-обратимого исчезновения были подробно рассмотрены в предыдущей работе автора [1, с. 6-13]. Там же было введено понятие о сплошной сети причинно-следственных связей, пронизывающей всю Мультивселенную. Здесь нет смысла повторяться, так как любой желающий может обратиться к первоисточнику [1, с. 6-13]. А вот роль виртуально-обратимого появления и виртуально-обратимого исчезновения для более массивных объектов как раз и рассматривается в настоящей статье.

5. Анализ квантового туннелирования физических объектов на горизонты событий и сквозь них

Возможно ли квантовое туннелирование физических объектов на горизонты событий и сквозь них? С точки зрения удалённого наблюдателя, процесс падения какого-либо физического объекта на горизонт событий продолжается бесконечно большое время. Но с точки зрения сопутствующего наблюдателя процесс падения на горизонт событий занимает конечное время, и даже может быть очень быстрым, особенно когда горизонт событий находится в непосредственной близости от падающего объекта, в компактифицированном измерении, между разными размерностями, принадлежащими разным вселенным. И ещё известно, что чёрные дыры излучают (так называемое излучение Хокинга) [13, с. 30-31]. Из этих фактов можно сделать вывод, что туннелирование, по крайней мере квантовых объектов на горизонты событий и сквозь них не только возможно, но и существует в действительности. К тому же, так как процесс квантового туннелирования подчиняется условию: $E \cdot t < \hbar$, его невозможно, во-первых, физически наблюдать, а во-вторых, его также невозможно физически опровергнуть.

Рассмотрим процесс туннелирования электрона на горизонт событий чёрной дыры, находящейся в центре нашей Галактики – Стрелец А (Sagittarius A). Масса этой чёрной дыры примерно равна $8 \cdot 10^6$ кг. А масса электрона, туннелировавшего на горизонт событий равна

примерно $9 \cdot 10^{-31}$ кг. Но горизонт событий ещё называют светоподобной поверхностью – все объекты, попадающие на горизонт событий, двигаются там со скоростью, равной скорости света в вакууме. И в соответствии со специальной теорией относительности, масса этого электрона должна стать бесконечно большой. А так как горизонт событий принадлежит чёрной дыре, значит и её масса при этом событии тоже должна стать бесконечно большой. Но этого не наблюдается. Похоже, что электрон (а равно и любой физический объект, имеющий массу покоя) при туннелировании на горизонт событий, если и увеличивает свою массу, то не так сильно.

Далее рассмотрим изменения в геометрии 4-мерного пространства-времени, происходящие при пересечении горизонта событий. Из теории, описывающей чёрные дыры, следует, что при пересечении горизонта событий времениподобная координата преобразуется в пространственноподобную, а одна из пространственноподобных координат преобразуется во времениподобную. Но вот вопрос – происходят ли эти два преобразования в одном месте и «одномоментно» (т. е. согласовано друг с другом)? Или они разнесены в пространстве и происходят по разные стороны от горизонта событий, как показано на рисунке.

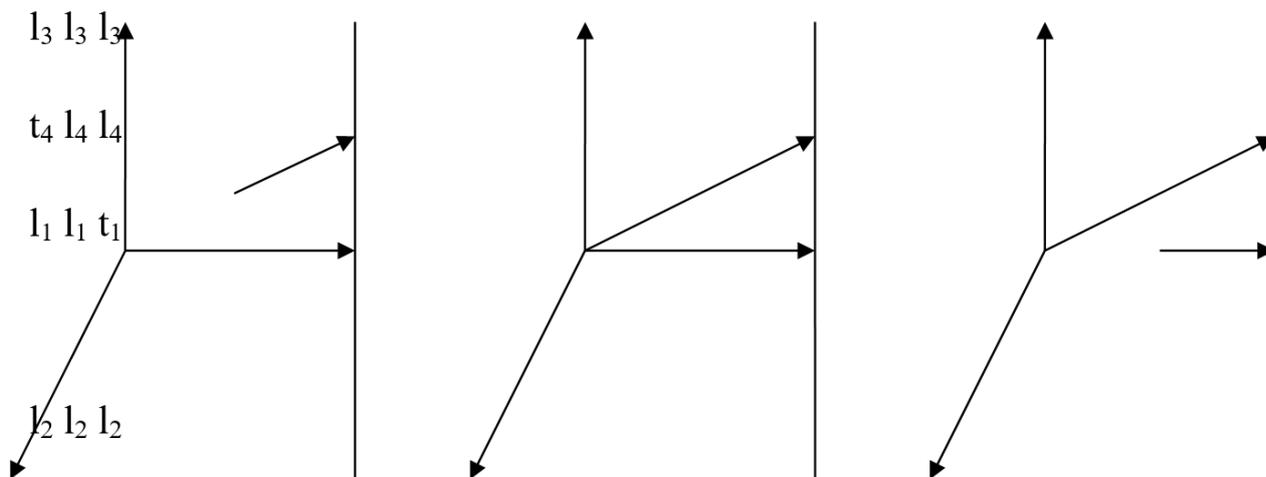


Рис. Преобразования пространств в районе горизонта событий. Слева – четырёхмерное пространство-время перед горизонтом событий; в центре – четырёхмерное изотропное пространство горизонта событий; справа – четырёхмерное пространство-время за горизонтом событий.

Ведь картина, показанная на рисунке вполне правдоподобна.

Учитывая, что горизонт событий является светоподобной поверхностью, можно сказать, что там вообще нет времени как физической сущности. Соответственно, к пространству горизонта событий можно относиться двойственно. Его можно представлять как двумерное пространство, но не только так. Так как в пространстве горизонта событий существуют четыре пространственноподобные, ортогональные друг другу координаты (как схематично показано на рисунке). Это пространство, пространство горизонта событий, можно считать полноценным изотропным четырёхмерным пространством, в котором все четыре координаты совершенно равноправны. Более того, если горизонт событий считать двумерной поверхностью, его можно представить в виде классической проективной плоскости, существующей в замкнутом, неразорванном виде

без самопересечений, так как она находится в четырёхмерном пространстве.

И теперь вполне можно разрешить парадокс с массой электрона – как именно она увеличивается при туннелировании на горизонт событий. Масса электрона (да и любого физического объекта, имеющего массу покоя), туннелировавшего на горизонт событий становится численно равной его импульсу при скорости, равной скорости света в вакууме. Это происходит потому, что на горизонте событий время преобразуется в длину, и длина в числителе физической размерности и время, преобразованное в длину в знаменателе, сокращаются, и в физической размерности импульса остаются только единицы массы. Необходимо отметить, что этот процесс возможен только при скорости света в вакууме и только на горизонтах событий.

Повторим ещё раз. Подобное сокращение может происходить при использовании любой

системы измерения физических величин, но только и только при скорости, точно равной скорости света в вакууме. Т. е. подобному сокращению может подвергаться импульс только при скорости, равной скорости света в вакууме. А для физических объектов, имеющих массу покоя, такое возможно только на горизонтах событий.

Ввиду важности этого утверждения необходимо его сформулировать как постулат.

Постулат. Любой физический объект, имеющий массу покоя и упавший на горизонт событий, изменяет свою первоначальную массу (т. е. массу покоя) на массу, численно равную его импульсу при скорости, равной скорости света в вакууме.

Движение со скоростью света, которое осуществляется на горизонте событий, можно считать с одной стороны диалектической противоположностью, а с другой стороны – диалектической тождественностью неподвижности и отсутствия изменений, т. е. отсутствием времени как меры изменений и движений вообще. Или же такое движение со скоростью света с одной стороны, и абсолютную неподвижность с другой стороны, можно назвать двойственными друг другу по аналогии с двойственностью, например, пар правильных многогранников. Как пример такой аналогии можно привести взаимно двойственные друг другу икосаэдр и додекаэдр, у которых каждая вершина одного многогранника (т. е. точка) двойственна грани (т. е. куску двумерного пространства, содержащего бесконечно большое количество точек) другого, и наоборот. Судя по всему, это первый пример применимости принципа двойственности, известного в проективной геометрии, к событиям, происходящим на горизонтах событий, и возможно, вблизи них.

Далее следует отметить, что подобное сокращение длины и времени в физической размерности импульса, происходящее на горизонтах событий, так же как и само существование горизонтов событий, является следствием того факта, что скорость света в вакууме является экстремальной, по своим свойствам резко отличной от любых других скоростей.

Ещё здесь можно сказать, что горизонт событий, примыкающий ко всему пространству нашей Вселенной и контактирующий буквально со всеми её точками, можно считать полноценной заменой понятию физического

вакуума, заполненного физическими полями, И далее – некоторые из элементарных частиц, как правило, переносчики физических взаимодействий, не имеющие масс покоя, например, фотоны, можно рассматривать как волны, перемещающиеся по такому горизонту событий. Не исключено, что увеличение энергии, необходимое для исследования всё меньших и меньших интервалов расстояний имеет смысл, т. е. может быть интерпретировано, как падение на горизонт событий, отделяющий нашу Вселенную от других вселенных.

В заключение этой главы можно уверенно заявить, что для квантовых событий, с соблюдением условия $t < \hbar/E$, горизонт событий является проницаемым (т. е. не представляет собой непреодолимую за конечное время преграду).

6. Краткое описание основных этапов эволюции в нашей Вселенной

Начало первого грандиозного этапа эволюции в нашей Вселенной совпадает с Большим Взрывом. С этого момента и до настоящего времени возникшая неорганическая материя видоизменяется, проходя различные вторичные этапы эволюции, например формирование галактик, возникновение и эволюция звёзд, возникновение планетных систем, синтез тяжёлых элементов и возникновение планет земного типа. Возникновение планет земного типа окончательно подготовило начало второго грандиозного этапа эволюции – возникновение жизни и её дальнейшую эволюцию.

Но теория происхождения жизни на Земле наталкивается на существенную трудность. Общепринято, что первые макромолекулы, имеющие биологический смысл, образовались в результате случайных столкновений низкомолекулярных соединений. Вероятность такого события слишком мала, чтобы на Земле за промежуток времени даже равный пяти миллиардам лет, возникла жизнь. А данные палеонтологии говорят, что жизнь возникла удивительно быстро – не больше, чем за несколько сотен миллионов лет, возможно даже меньше. Окаменелые остатки живых организмов находят в древнейших породах земной коры, надёжно датированных 3,7 млрд лет назад [16, с. 343-364]. Объяснение дальнейшей эволюции живых существ также наталкивается на схожую трудность. Если считать, что живые организмы эволюционировали только под влиянием случайных мутаций, которые закреплялись в

потомстве в ходе естественного отбора, тогда невозможно объяснить возникновение многих биологических свойств. Например, появления фотосинтетического аппарата, состоящего из многих белков и повлекшего изменение состава всей атмосферы Земли. Атмосфера Земли из восстановительной (не имевшей кислорода) была преобразована в окислительную, кислородную именно благодаря жизнедеятельности фотосинтезирующих организмов. А как они смогли возникнуть? Ведь вероятность одновременной множественной мутации исключительно мала, а одна мутация, порождающая один белок в цепочке фотосинтезирующего аппарата, не сохранится в потомстве, так как она одна, сама по себе, бессмысленна и даже вредна. Организм, имеющий такую единичную мутацию, будет тратить энергию на синтез совершенно бесполезного белка.

Но эти трудности устраняются, если предположить, что и возникновение жизни на Земле, и её дальнейшая эволюция – процесс не случайный, а детерминированный. И этот процесс вызывается, как описано выше, виртуально-обратимыми исчезновениями реальных биологических объектов, туннелирующих на горизонты событий и сквозь них в другие вселенные.

Следующий, третий грандиозный этап эволюции на Земле – возникновение разума и его носителя – человека. Но этот этап был предвзраён эволюционированием нервной системы. И один из промежуточных этапов, которые в конечном результате и привели к возникновению разума – возникновение настолько сложной нервной системы, что те животные, которые обладают такой системой, имеют инстинкты. Инстинкты генетически детерминированы и определяют довольно сложное поведение. В ходе эволюции первые животные, у которых появляются инстинкты – это насекомые. Рассмотрим, например, поведение такого насекомого, как пчела – её никто не учит строить соты. Она от рождения умеет строить геометрически правильные ячейки в виде шестигранных призм. Это умение определяется именно инстинктом, который присущ пчёлам, как насекомым. К тому же, именно у насекомых появляются зачатки вполне действенной

социальной структуры – ульи у тех же пчёл, муравейники у муравьёв.

И наконец, в наше время происходит начало последнего, четвёртого грандиозного этапа эволюции – появление и развитие на Земле Человеческой Цивилизации. И в девятнадцатом и двадцатом веках Цивилизация освоила всю территорию и акваторию Земного шара и начала выход в космическое пространство.

7. О связи степени эволюционного развития объектов и субъектов с их массами

В начале этой главы необходимо отметить следующее. Все основные материалы, представленные в таблице 1, 3 и 4, а также все основные выводы, следующие из анализа этих таблиц, автор настоящей статьи открыл до 2010 года. Но так как у автора почти до настоящего времени не было приемлемого объяснения численного совпадения величин, имеющих разные физические размерности, он не публиковал эту работу ранее. Чтобы подтвердить своё авторство этих открытий, автор в 2009 г. нотариально заверил первоначальный текст, содержащий почти без изменений данные, представленные в таблице 1, 3 и 4, а также краткое описание основных выводов, сделанных при анализе этих таблиц [2, с. 7].

Одна из основ биологии – клеточная теория утверждает, что все живые существа состоят из клеток. Известны и более мелкие образования – вирусы, но они проявляют качества, присущие живым существам, только попав внутрь живой клетки. А самые маленькие живые клетки, известные науке, – это клетки, появляющиеся при делении бактерий микоплазм (порядок *Mycoplasmatales*) [6, с. 311-312; 14, с. 117-126]. Цитата из одного из этих литературных источников: «...Размножение... происходит делением надвое... Образующиеся при этом мельчайшие клетки являются вообще мельчайшими живыми клетками, известными современной биологии, размером 0,125–0,150 мкм... Эти клетки соответствуют по размерам теоретически возможным наименьшим живым клеткам, учитывая толщину биологических мембран, комплекса ферментов, которые поддерживали бы 100 крайне необходимых энзиматических реакций».

Таблица 3

**Значения величин планковских масс, планковских импульсов
и массы некоторых биологических и социальных объектов и субъектов**

	$^x m_{pl}, \text{ кг}$	$^x m_{pl} \cdot c, \text{ (кг} \cdot \text{м)}/\text{с}$	Объекты с массами, совпадающими с $^x m_{pl}, \text{ кг}$	Объекты с массами, численно совпадающими с $^x m_{pl} \cdot c, \text{ (кг} \cdot \text{м)}/\text{с}$
№	1	2	3	4
1	$1,429 \dots \cdot 10^{-28} (^{-}G, ^{-}\hbar)$	$4,284 \dots \cdot 10^{-20}$?	?
2	$1,672 \dots \cdot 10^{-27} (^{0}G, ^{0}\hbar)$	$5,014 \dots \cdot 10^{-19}$	$m_p = 1,672 \dots \cdot 10^{-27}$	Живая клетка (min) $\approx 1 \cdot 10^{-18}$, кг
3	$1,958 \dots \cdot 10^{-26} (^{-}G, ^{+}\hbar)$	$5,870 \dots \cdot 10^{-18}$?	?
4	$1,859 \dots \cdot 10^{-9} (^{0}G, ^{-}\hbar)$	0,557	Жук-перистокрылка $\approx 3 \cdot 10^{-9}$, кг	?
5	$2,276 \dots \cdot 10^{-8} (^{0}G, ^{0}\hbar)$	6,525	?	Ребёнок человека, 2 года $\approx 7-10$, кг
6	$2,548 \dots \cdot 10^{-7} (^{0}G, ^{+}\hbar)$	76,38	?	Взрослый человек ≈ 70 , кг
7	$2,419 \dots \cdot 10^{10} (^{+}G, ^{-}\hbar)$	$7,253 \dots \cdot 10^{18}$?	?
8	$2,832 \dots \cdot 10^{11} (^{+}G, ^{0}\hbar)$	$8,490 \dots \cdot 10^{19}$	Земная цивилизация $\approx 3,15 \cdot 10^{11}$, кг	?
9	$3,315 \dots \cdot 10^{12} (^{+}G, ^{+}\hbar)$	$9,939 \dots \cdot 10^{20}$?	? сверхцивилизация

В такой клетке содержится несколько больше 1200 макромолекул белка и около 12000000 атомов в сухом веществе...» [6, с. 311-312].

Удивительно то, что масса мельчайшей живой клетки численно довольно близка к величине одного из планковских импульсов (табл. 3), который вычислен исходя из массы покоя протона. Другими словами, импульс протона, движущегося со скоростью, равной скорости света в вакууме, численно довольно близок к значению массы мельчайшей живой клетки.

Далее – существует ещё по крайней мере два таких же численных совпадения масс и планковских импульсов. Во-первых, масса человеческого ребёнка в возрасте примерно два года довольно близка к одному из планковских импульсов (табл. 3). Во-вторых, масса взрослого человека близка к ещё одному из планковских импульсов (табл. 3). Последние два совпадения, с точки зрения эволюционных изменений, касаются возникновения разума. Особенно это замечание касается человеческого ребёнка. Очевидно, что человеческие дети, причём в возрасте примерно два года, являются самыми маленькими существами (т. е. обладающими наименьшей массой) из всех субъектов, обладающих разумом. Опыты, проведённые психологами, показали, что детёнышей человекообразных обезьян можно обучить до интеллектуального уровня, примерно соответствующего уровню двухлетнего ребёнка человека, но не выше [3, с. 393-397].

Рассмотрим ещё два совпадения, на этот раз совпадения масс объектов с вычисленными

планковскими массами. Первое такое совпадение – масса всего человечества (примерно пять миллиардов человек) во времена «взрывообразного» развития Цивилизации в девятнадцатом – двадцатом веках, довольно близка к величине одной из планковских масс (табл. 3)

Последнее совпадение касается такого эволюционного этапа, как появление развитой нервной системы, позволяющей обладателям таковой совершать очень сложные действия. Как было отмечено в предыдущей главе, такой тип нервной системы появляется у насекомых. И самые мелкие из насекомых – это жуки-перистокрылки (отряд Coleoptera, семейство Ptiliidae) и некоторые из перепончатокрылых (отряд Hymenoptera) [4, с. 429-442; 5, с. 317-318]. Их массы также довольно близки к одной из планковских масс (табл. 3).

Можно предположить, что все эти совпадения обусловлены какими-то функциональными зависимостями, ещё не известными науке. Оставляя пока в стороне вопрос о детальной природе этих зависимостей, автор настоящей статьи предлагает следующую интерпретацию описанных выше совпадений. Существует процесс, который можно определить как виртуально-обратимое исчезновение физических объектов. Это физически не регистрируемое и обратимое перемещение реальных физических объектов, существующих в нашей Вселенной, на (и сквозь) горизонт событий, отделяющий нашу Вселенную от других вселенных, имеющих в Мультивселенной. Причём в этом процессе выполняется условие $t < \hbar/E$, точно такое же, как и условие

виртуального появления. В этом процессе виртуально исчезающие объекты в ходе перемещения по другим вселенным приобретают новые качества, которые мы интерпретируем как жизнь, разум и т. д. Или например, как образование неорганических систем: барионов, атомных ядер, атомов, молекул, планетных систем, галактик и т. д. Скорее всего такое приобретение новых качеств происходит под влиянием не только тех причинно-следственных связей, которые мы наблюдаем в нашей Вселенной, но и под влиянием физических причинно-следственных связей, которые реализуются в других вселенных.

Как было отмечено выше, автор настоящей статьи в своей предыдущей работе [1, с. 6-13] ввёл понятие о сплошной сети причинно-следственных связей, пронизывающих всю Мультивселенную. Существуют явления и процессы, которые мы пока не можем объяснить однозначно, исходя только из тех причинно-следственных связей, которые наблюдаются в нашей Вселенной. Это, например, возникновение жизни, или же наличие тёмного вещества и тёмной энергии, или наблюдаемая асимметрия частиц и античастиц. И автор настоящей статьи предлагает при изучении таких явлений и процессов учитывать также и другие физические причинно-следственные связи, которые могут находиться в других частях Мультивселенной, за пределами нашей Вселенной.

Обратим внимание на следующую особенность. Возможно, что процессы виртуального появления элементарных частиц протекают тем интенсивнее, чем меньше масса (или её энергетический эквивалент) у частицы. И существует такой предел массы, что объекты, чья масса превышает этот предел, уже не могут виртуально появляться. Что же касается виртуального исчезновения, то тут ситуация иная. Объекты, имеющие массу, превышающую некоторый предел, совершают виртуальные путешествия по Мультивселенной, а объекты, имеющие массу, не превышающую такой предел – не совершают. В качестве таких пределов можно рассматривать планковские массы и массы, численно равные импульсам планковских масс при скорости, равной скорости света вакууме. Возможно, что эти пределы являются границами между процессами виртуального появления и виртуального исчезновения. И скорее всего, процессы виртуального появления и виртуального исчезновения можно считать происходящими непрерывно.

Возникает вполне естественный вопрос. Если все объекты с массой, превышающей такой предел, совершают виртуальные путешествия, и в результате качественно меняются, значит любой физический объект, имеющий массу, превышающую соответствующий предел, должен становиться живым или разумным. А этого не наблюдается. Почему? Объяснение довольно простое. Для того чтобы получить и «усвоить» некоторый объём информации, необходимо обладать структурами, способными воспринять соответствующую организацию, например, исходным набором соответствующих химических веществ (аминокислоты, отдельные нуклеотиды и т. п.) или соответствующий набор нервных клеток и т. д.

Но возможно, что ответы здесь не будут такими простыми, как кажутся на первый взгляд. Например, некоторые события в истории эволюции могут иметь и чисто физические ограничения во времени возникновения. Известно, что примерно пять миллиардов лет тому назад произошло ускорение расширения нашей Вселенной. И жизнь на Земле возникла примерно в то же время. Возможно, эти события взаимосвязаны, и более того, вызваны одинаковыми причинами.

Ясно, что для того, чтобы прояснить весь этот комплекс возникающих вопросов, необходимы серьёзные и глубокие исследования.

В заключение этого раздела стоит упомянуть о тех клетках в таблице 3, в которых стоят вопросы. Не исключено, что в будущем в этих клетках появятся числа, характеризующие какие-либо биологические или социальные объекты, или субъекты.

8. Мельчайшие живые клетки, как объекты, закрытые горизонтами событий

Автор настоящей статьи вычислил не только радиусы горизонтов событий для элементарных частиц, но также и радиусы горизонтов событий Шварцшильда для объектов с массами, равными массе мельчайшей живой клетки. Для вычисления этих радиусов использована формула: $R_{SCH}=2 \cdot G \cdot m / c^2$. Результаты вычислений приведены в таблице 4. При вычислениях использовались, во-первых, три массы, характерные для мельчайшей живой клетки – минимальная (использована при вычислении в столбике 2 таблицы 4), средняя (использована в столбике 3 таблицы 4) и максимальная (использована в столбике 4 таблицы 4). Эти массы были вычислены автором с использованием числовых данных по диаметрам мельчайших живых

клеток, указанных в литературе [6, с. 311-312], и в предположении, что удельный вес мельчайшей живой клетки приблизительно равен удельному весу воды, что соответствует истине. Во-вторых, при вычислениях

использовались три значения гравитационной постоянной (приведены в столбике 1 таблицы 4), вычисленные по следующим формулам: $^{-3}G = {}^0\hbar c / (m_p \cdot \sqrt{3})^2$; $^{-4}G = {}^0\hbar c / (m_p \cdot \sqrt{5})^2$; $^{-5}G = {}^0\hbar c / (m_p \cdot \sqrt{6})^2$.

Таблица 4

Сравнение значений радиусов горизонтов событий, вычисленных для массы, равной массе мельчайшей живой клетки, с радиусами, измеренными в ходе наблюдений мельчайшей живой клетки

	${}^xG, \text{ м}^3/(\text{кг}\cdot\text{с}^2)$	$R_{\text{SCH,min}}, \text{ м}$	$R_{\text{SCH,med}}, \text{ м}$	$R_{\text{SCH,max}}, \text{ м}$
№	1	2	3	4
1	$^{-3}G=3,766\dots\cdot 10^{27}$	$8,572\dots\cdot 10^{-8}$	$1,140\dots\cdot 10^{-7}$	$1,481\dots\cdot 10^{-7}$
2	Измеренный радиус, м	$6,250\cdot 10^{-8}$	–	–
3	$^{-4}G=2,260\dots\cdot 10^{27}$	$5,143\dots\cdot 10^{-8}$	$6,845\dots\cdot 10^{-8}$	$8,887\dots\cdot 10^{-8}$
4	Измеренный радиус, м	–	$6,875\cdot 10^{-8}$	$7,500\dots\cdot 10^{-8}$
5	$^{-5}G=1,883\dots\cdot 10^{27}$	$4,286\dots\cdot 10^{-8}$	$5,704\dots\cdot 10^{-8}$	$7,406\dots\cdot 10^{-8}$

В строчках 2 и 4 таблицы 4 приведены размеры радиусов мельчайших живых клеток, измеренные под микроскопом [6, с. 311-312].

Сравнение радиусов горизонтов событий, вычисленных для массы, равной массе мельчайшей живой клетки с радиусами самой мельчайшей живой клетки, измеренными с помощью микроскопической техники, показывают их практическое равенство, что конечно же является очень интересным. Понятно, что в условиях нашей Вселенной мельчайшая живая клетка не является объектом, закрытым горизонтом событий. Но точность совпадений в таблице 4 может быть интерпретирована следующим образом. Когда мельчайшая живая клетка, являющаяся объектом нашей Вселенной, виртуально и обратимо туннелирует на горизонт событий, закрывающий нашу Вселенную и далее сквозь него, она, находясь в виртуальном состоянии, проходит по другим вселенным. И видимо, в какой-либо из этих вселенных условия таковы, что там она выступает как объект, закрытый горизонтом событий.

Уже сейчас можно сделать предварительный вывод. Для такого объекта, как мельчайшая живая клетка, в процессе виртуального туннелирования сохраняются линейные размеры.

Безусловно, этот феномен требует пристального внимания и должен быть изучен более детально.

9. Заключение

Подводя итог всему вышесказанному, можно утверждать, что имеет право на существование такая теория, в которой все объекты, структуры и процессы, наблюдаемые в нашей Вселенной, включая как неорганические

объекты и явления, так и объекты и явления жизни и жизни разумной, а также и наша Цивилизация представимы, в том числе и как следствие и результат виртуальных путешествий в иные вселенные. Другими словами, изучая какие-либо физические объекты и процессы, мы должны для того, чтобы составить как можно более полную и подробную картину происходящего, учитывать не только те причинно-следственные связи, которые мы наблюдаем в пространстве нашей Вселенной, но также и те причинно-следственные связи, которые существуют за горизонтами событий в других вселенных, входящих в Мультивселенную. Такие рекомендации вполне своевременны и перспективны.

10. Благодарности

Автор благодарит свою жену, Беляеву Ирину Анатольевну за оказанную всемерную поддержку при создании настоящей работы.

Так как настоящая работа была выполнена без внешних источников финансирования, автор будет благодарен любому человеку или любой организации, которые предоставят финансовую помощь для производства дальнейших работ по тематике, описанной в настоящей статье. Также автор будет благодарен любому человеку или любой организации, которые смогут помочь автору устроиться на работу на должность, эквивалентную должности научного сотрудника, желательно ведущего научного сотрудника, что позволит автору более эффективно работать по изложенной в настоящей статье тематике.

Литература

1. Беляев А.А. Основы новой интерпретации квантовой механики и роль в ней суперсимметричных частиц // Актуальные исследования. 2024. Т. 188. № 6. Ч. 1. С. 6-13.
2. Беляев А.А. Виртуальные частицы, горизонты событий и возникновение жизни на Земле // Документ, нотариально заверенный 11 ноября 2009 г. в Иркутском нотариальном округе, г. Иркутск, Россия, зарегистрирован в реестре за № 7242, 2009. С. 7.
3. Годфруа Ж. Что такое психология. Мир. М. 1996. Т. 1. С. 393-397.
4. Длусский Г.М. Отряд перепончатокрылые (Hymenoptera) // Жизнь животных, ред. Л.А. Зенкевич. Просвещение. М. 1969. Т. 3 С. 429-442.
5. Крыжановский О.Л., Мамаев Б.М. Отряд жесткокрылые, или жуки (Coleoptera) // Жизнь животных, ред. Л.А. Зенкевич. Просвещение. М. 1969. Т. 3 С. 317-318.
6. Никитин Д.И. Порядок Микоплазмы (Mycoplasmatales) // Жизнь растений, ред. А.А. Фёдоров, Н.А. Красильников, А.А. Уранов. Просвещение. М. 1974. Т. 1. С. 311-312.
7. Новиков И.Д., Полнарёв А.Г., Розенталь И.Л. Численные значения фундаментальных постоянных и антропный принцип // Проблема поиска жизни во вселенной. Тр. Таллинского симп. АН СССР, Институт Космических

- Исследований, ред. В.А. Амбарцумян, Н.С. Кардашев, В.С. Троицкий. Наука. М. 1986. С. 36-40.
8. Чандрасекар С. Математическая теория чёрных дыр. Мир. М. 1986. Ч. 1. С. 276.
 9. Чандрасекар С. Математическая теория чёрных дыр. Мир. М. 1986. Ч. 1. С. 355.
 10. Carr B.J., Rees M.J. The antropic principle and structure of the physical world // Nature. 1979. V. 278. P. 605-612.
 11. CODATA-2022, from: <https://physics.nist.gov/constants>.
 12. Einstein A., Infeld L., Hoffman B. The Gravitational Equation and the Problem of Motion // Annals of Mathematics. 1938. V. 39. N. 1. P. 65-100.
 13. Hawking S.W. Black hole explosions? // Nature. 1974. V. 248:5443. P. 30-31.
 14. Morowitz H.J., Tourtellotte M.E. The smallest living cells // Scientific American. 1962. 206. P. 117-126.
 15. Navas S. et al., (Particle Data Group), Review of Particle Physics // Phys. Rev. D. 2024. V. 110. 030001. P. 8.
 16. Pearce B.K.D., Tupper A.S., Pudritz R.E. et al. Constraining the Time Interval for the Life on Earth // Astrobiology. 2018. N. 3. P. 343-364; arXiv: 1808.09460 [astro-ph. EP].
 17. Workman R.L. et al., (Particle Data Group), Review of Particle Physics // Progr.Theor.Phys. 2022. 083c 01. P. 40.

BELYAEV Anatoliy Anatolievich

State Inspector in the Field of Environmental Protection,
Federal State Budgetary Institution "Reserved Baikal Region", Russia, Irkutsk

THE ROLE OF EVENT HORIZONS IN THE STRUCTURE OF THE MULTIVERSE

Abstract. *The article reveals the role of event horizons separating the spaces of different universes, including our Universe from each other. The possibility of variability of fundamental physical constants in the Multiverse is considered. The possibility of representing various physical objects, including elementary particles, as objects closed by individual event horizons is also described. An assumption is made, based on the analysis of the mass values of various objects, that during virtual tunneling to and through event horizons, those physical objects that belong to our Universe and are capable of evolving acquire significantly new qualities.*

Keywords: *variability of fundamental physical constants, event horizons, quantum tunneling, Multiverse, origin of life, sizes of elementary particles, evolution.*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

SKRIPNIK Yegor Mikhailovich

Master's student, Sevastopol State University,
Russia, Sevastopol

TSVETKOV Aleksandr Sergeevich

Master's student, Sevastopol State University,
Russia, Sevastopol

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Foreign Languages
of Sevastopol State University, Candidate of Pedagogical Sciences Braslavskaya Elena Alekseevna*

CHALLENGES OF INTEGRATING SOLAR ENERGY INTO DISTRIBUTED ENERGY GRIDS: CONFLICTS OF INTEREST AND SOLUTIONS

Abstract. *The integration of solar energy into power supply networks faces a number of complex issues, including technical difficulties, regulatory constraints, and disagreements among energy market participants. This article examines the key conflict points associated with the introduction of solar components into existing systems and proposes strategies for their resolution. Technical details are discussed, such as the instability of energy production and the issue of its storage, as well as economic and regulatory aspects, including questions about the revenues of traditional energy companies and challenges in obtaining permits. The article emphasizes the need for a comprehensive approach that includes technological innovations, changes in legislation, and market incentive mechanisms to ensure a confident transition to a sustain-able energy system.*

Keywords: *solar photovoltaic, renewable energy, distributed energy resources, grid integration.*

Introduction

One of the most important tasks of modern civilization in the context of climate change, depletion of traditional resources, and the ongoing increase in energy consumption is the transition to sustainable energy sources. Solar energy plays a significant role in this process, as it is one of the most accessible and environmentally friendly options available. However, the integration of solar energy into distributed electrical grids is hindered by a number of issues related to the inadequacy of existing infrastructure, the variability of energy production, and the emergence of conflicts among market participants.

On one hand, renewable energy sources, such as solar energy, can significantly reduce carbon dioxide emissions and enhance energy independence. On the other hand, the shift to new models of energy distribution and consumption may jeopardize the interests of traditional energy

companies and consumers who possess their own generating capacities.

Setting the task

The article analyzes main problems arising when integrating solar energy into distributed energy networks, as well as identifies the conflicts of interest that create challenges in this process. We also propose potential solutions emphasizing the need for adapting regulatory frameworks, promoting energy storage technologies, and facilitating dialogue among all stakeholders. This research aims to provide a more detailed understanding of the process of integrating solar energy and to identify promising strategies for its successful implementation within the framework of modern energy infrastructure.

The results of the study

One of the main problems of integrating solar energy into distributed networks is the unpredictability of electricity production due to the dependence of photovoltaic modules on sunlight and

meteorological factors. This leads to significant fluctuations in energy production which creates difficulties for network operators who need to maintain a balance between production and consumption. The key aspect is the discrepancy between the peaks of production and consumption: the maximum energy production occurs at noon, when solar radiation is at its maximum, and electricity consumption is usually minimal. At the

same time, in the evening hours, when people return home and turn on household appliances, there is an increase in electricity consumption which can lead to supply disruptions [1]. This disconnection during peak production and consumption hours creates an excess supply of energy during the day that cannot be fully utilized followed by a reduction in output to zero at night when solar radiation stops (fig.).

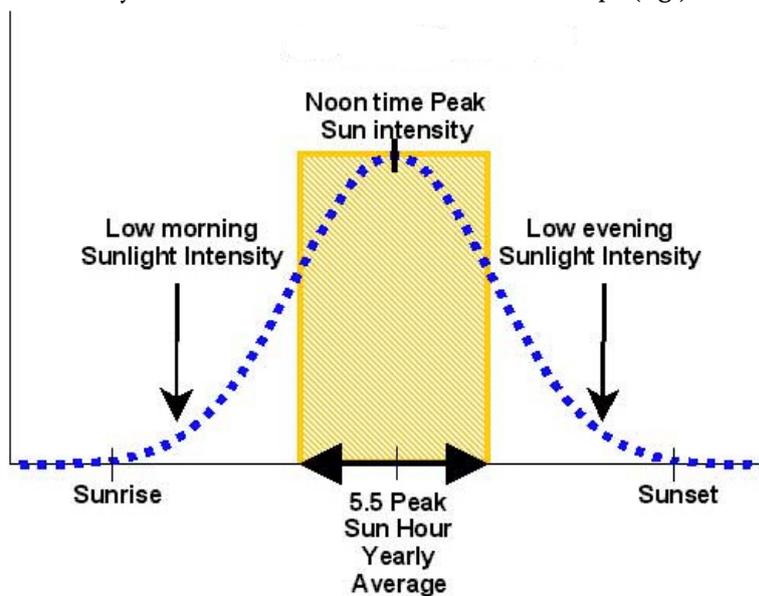


Fig. The daily profile of the Sun

A daytime peak in electricity consumption can cause an imbalance in the power supply system [2]. When the amount of electricity supplied to the grid exceeds the optimal level, operators need to regulate production from alternative sources or look for ways to temporarily store excess electricity. Ignoring these measures can lead to overloading of power lines and power outages for groups of consumers. In addition to daily fluctuations, seasonal changes in electricity production are also significant. The effectiveness of solar panels depends on seasonal factors such as the intensity of solar radiation, the length of the day, and atmospheric conditions throughout the year.

Change in weather conditions and seasonal variation causes uneven solar irradiation, such condition creates voltage fluctuations in the output of photovoltaic (PV) system. Performance of PV modules also depends on solar irradiance, cell temperature, crystalline structure, and the load resistance. Moreover, cloudy or low brightness situations produce voltage and power fluctuations which affect the network operational performance drastically [3, p. 48].

The intensity of solar radiation undergoes changes throughout the year. Solar panels receive increased amounts of sunlight in spring and summer months due to longer days and the angle of incoming solar rays resulting in peak power generation. In contrast, the fall and winter seasons, especially in regions with pronounced seasonal climates, are characterized by a decrease in solar radiation levels leading to reduction in the total energy produced.

Such atmospheric conditions as cloud cover, humidity levels, and precipitation also affect the performance of solar panels. Increased cloud cover and lower temperatures characterize winter period in most regions, and they also reduce the efficiency of photovoltaic systems. In contrast, in spring and summer, when atmospheric clarity increases, there is a rise in solar radiation intensity contributing to higher levels of electricity production [4].

Thus, it is essential to consider temperature regimes and seasonal variations in climatic conditions to optimize the operation of solar panels, as it will help maximize operational efficiency and energy output.

Grid operators must possess a high degree of flexibility in managing their infrastructure to address these challenges. Network operators must possess not only technical knowledge but also the ability to adapt quickly to changing conditions. Flexibility in infrastructure management allows operators to respond effectively to different situations, optimize processes, and ensure the reliable operation of networks.

Operators can successfully address emerging challenges and ensure the uninterrupted functioning of the infrastructure only by having a high degree of flexibility in management of a network. Flexibility is not just a quality; it is a necessary condition for effective management of network systems in the modern world.

Solar panel manufacturers are striving to increase sales by positioning their products as economically and environmentally beneficial solutions. They invest in research and development to improve technical performance and reduce production costs which contributes to the growth of the industry. However, they face competition from traditional energy sources (coal, gas, nuclear energy). Solar panels remain more expensive than traditional technologies. Therefore, manufacturers are seeking government support in the form of subsidies and tax incentives to increase competitiveness. Network operators, in turn, provide consumers with reliable power supply striving to maintain network stability while minimizing costs. Integration of solar installations requires significant changes in the structure and management of the network, as well as additional financial investments [5].

Key challenges for operators include infrastructure upgrades, bidirectional energy flow management, and load balancing.

Consumers are interested in accessing inexpensive and reliable sources of electricity. However, they also face a number of challenges, such as high installation costs, instability in energy generation, and risks associated with electricity quality.

The state plays an important role in regulating the electricity market and creating favorable conditions for renewable energy development. It sets regulations, determines electricity tariffs and provides financial support for renewable energy projects.

Without government support wind and solar technologies costs will be in the same league as the

increased cost of fossil-fuel technologies per kilowatt-hour, and it is more likely that CO₂ emissions will be added to electricity generation by these technologies [6].

Government agencies influence the integration of solar energy through regulations, standards, subsidies and grants [7]. This can change the strategies of manufacturers and operators, leading to delays and changes in plans. The government can encourage technology adoption through support programs, but strict rules and standards increase administrative and financial costs. New regulations may complicate the implementation process requiring adaptations from manufacturers and operators which slows down implementation and increases compliance costs. Reforms can threaten successful projects, so it is important to monitor changes in legislation and plan ahead to minimize risks. Effective cooperation with the Government includes participation in the development of standards and monitoring of policy changes. This helps to adapt to new conditions and reduces negative consequences. It is important to be prepared for changes while remaining focused on long-term goals and the success of the project.

But there could be conflicts of interest: between state and private companies; between producers and network operators; between consumers and network operators.

Let's consider these possible conflicts in detail.

Solar panel manufacturers seek to maximize sales and profits which puts pressure on grid operators. They often insist on lower equipment prices and accelerated deployment of new technologies that can create difficulties for operators seeking to minimize investments in infrastructure upgrades.

Network operators are focused on maintaining network reliability and stability, which encourages them to minimize the cost of upgrading and operating equipment. This can lead to conflicts with manufacturers believing that limiting investment hinders solar development.

There are no major technical limitations on the amount of wind and solar power that could be connected to the grid. However, there might be challenges that need to be considered depending on the characteristics of the energy source and the local conditions at the site where it is connected. Integration of small shares of wind and solar power at most sites require little adaptation of the electricity grid. As the shares increase, the need for

adaptation increases and the integration costs may rise [8, p. 95].

Manufacturers may offer products that do not meet established standards, and this fact creates difficulties for operators due to the need to adapt to new requirements and regulations. This leads to delays in modernization and increased administrative and financial costs. Conflicts arise between manufacturers and operators due to differences in priorities: manufacturers strive for the growth of the droid market and the introduction of new technologies, while operators focus on the reliability and stability of networks. To achieve successful results, it is necessary to find a balance between these interests. This can be done through cooperation and compromise solutions that take into account market realities and government requirements.

There could be also some disagreements between consumers and operators. Consumers expect a quick payback and lower energy costs after installing solar panels, but their expectations may be inflated, especially in the short term. This can lead to frustration and tensions with operators.

Consumers are concerned about the quality of electricity and security of supply, especially as weather conditions change. They may make claims about power outages or poor power quality, and it puts pressure on operators.

Some consumers may incorrectly assess the capabilities of solar panels believing them to be a one-size-fits-all solution which can lead to erroneous calculations and expectations.

To eliminate conflicts, operators should raise consumer awareness by providing accurate information about the characteristics and features of solar panels, as well as developing training and advisory programs. This will help avoid misconceptions and increase trust in operators.

Thus, compromises must be made and the interests of all parties involved in the process must be harmonized to successfully integrate solar energy into distribution networks. Some possible approaches are: joint projects, financial incentives, development of the regulatory and legal framework, exchange of experience and knowledge.

Coordination of the actions of all stakeholders is a key factor in the successful integration of solar energy into distribution networks. This requires active collaboration between solar panel manufacturers, grid operators, government agencies, and consumers. An interdisciplinary approach is

needed to overcome conflicts of interest. Coordination begins with an open dialogue that allows each participant to understand the needs and limitations of others. Regular meetings, conferences, and working groups facilitate discussion of current issues and the development of joint solutions which reduces the risk of misunderstandings. One of the methods of coordination is joint projects and initiatives such as research consortia where manufacturers, operators, and academic institutions work on new technologies and solutions. Joint ventures are also being created to combine resources in the construction and operation of solar power plants.

Coordination includes the harmonization of standards and procedures which helps to unify processes and improve hardware and software compatibility. This simplifies integration and reduces the cost of infrastructure upgrades. Consistency in certification and licensing procedures is needed to facilitate the entry of new technologies into the market. It is also important to develop financial mechanisms and incentives such as government subsidies, tax incentives, and grant programs that help attract investment in solar energy. Financial participation mechanisms may provide for joint financing of projects between public and private companies to share risks and increase the scale of technology adoption.

One way of creating incentives to keep capacity is to introduce capacity markets or capacity credits where producers (and possibly consumers) can get economic compensation for keeping generation capacity. The owners of production resources on the capacity market are free to use their capacity for generation and trading on the energy market. The point of capacity markets is to encourage retention of existing resources, as well as for investing in new generation, so these can be used on the market providing electricity when needed [8, p. 106].

Successful coordination of solar energy integration requires the training of all stakeholders. Power grid operators should have access to training programs for managing new technologies, and training materials and courses on the proper selection, and use of solar panels should be developed for consumers. Educational events such as webinars and workshops will help to join forces. Monitoring and evaluation of results are important components of coordination including the development of performance indicators to track

progress and independent evaluation to identify best practices. Regular audits ensure transparency and accountability. Conflict resolution mechanisms including intermediaries and specialized committees will help resolve disputes. Coordination includes open discussion, joint projects, harmonization of standards and financial mechanisms, education and training, as well as audit and conflict resolution. This approach requires the active participation of all parties and the principle of openness for the successful integration of solar energy into distribution networks.

Conclusion

The integration of solar energy into distributed energy networks is a complex process that requires attention to technological, economic and social aspects. The main problems include irregular electricity production, lack of infrastructure, and conflicts of interest between traditional energy companies, solar system owners, and end users. Conflicts of interest can create obstacles to successful integration, but solutions such as regulatory adaptation, infrastructure development, and the introduction of energy storage and management technologies open up opportunities for more harmonious interaction. Thus, it is important to develop an integrated approach to achieve sustainable use of solar energy that includes dialogue between stakeholders and collaboration between public, private and educational institutions. This will help overcome barriers and create conditions for the long-term integration of solar energy into distributed networks, contributing to the global energy transition.

References

1. Alshahrani A., Omer S., Su Yu., Mohamed E., Alotaibi S. The Technical Challenges Facing the Integration of Small-Scale and Large-scale PV Systems into the Grid: A Critical Review // *Electronics*. 2019. No. 8(12). URL:

<https://www.mdpi.com/2079-9292/8/12/1443>
(Date of access: 13.12.2024).

2. Afonaa-Mensah S., Wang Q., Uzoejinwa B. Investigation of Daytime Peak Loads to Improve the Power Generation Costs of Solar-Integrated Power Systems // *International Journal of Photoenergy*. 2019. Vol. 2019. Issue 1. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2019/5986874> (Date of access: 13.12.2024).

3. Pramod K.B. Solar Energy Integration and Potential Challenges in Distribution Network: A Comprehensive Review // *Journal of Energy Research and Reviews*. 2022. No. 10(3). P. 42-65.

4. Esposito J.M. How Seasonal Changes Affect Solar Panels and the Grid. 2024. URL: <https://mfsolar.com/how-seasonal-changes-affect-solar-panels-and-the-grid> (Date of access: 13.12.2024).

5. Bouich A., Pradas I.G., Khan M.A., Khattak Y.H. Opportunities, Challenges, and Future Prospects of the Solar Cell Market // *Sustainability*. 2023. No. 15(21). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/21/15445> (Date of access: 13.12.2024).

6. Strielkowski W., Civin L., Tarkhanova E., Tvaronaviciene M., Petrenko Ye. Renewable Energy in the Sustainable Development of Electrical Power Sector: A Review. *Energies*. 2021. No. 14(24). URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/24/8240> (Date of access: 13.12.2024).

7. Friday C., Mills M., McQueen J. Six ways that governments can drive the green transition // *EY*. 2022. URL: https://www.ey.com/en_dk/insights/government-public-sector/six-ways-that-governments-can-drive-the-green-transition (Date of access: 13.12.2024).

8. Steen D., Goop J., Goransson L., Nursbo Sh., Brolin M. Challenges of integrating solar and wind into the electricity grid // *Systems Perspectives on Renewable Power*. 2014. No. 9. P. 94-107.

СКРИПНИК Егор Михайлович

магистрант, Севастопольский государственный университет, Россия, г. Севастополь

ЦВЕТКОВ Александр Сергеевич

магистрант, Севастопольский государственный университет, Россия, г. Севастополь

*Научный руководитель – доцент кафедры иностранных языков
Севастопольского государственного университета,
кандидат педагогических наук Браславская Елена Алексеевна*

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СЕТИ: КОНФЛИКТЫ ИНТЕРЕСОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация. Интеграция солнечной энергии в сети электроснабжения сталкивается с рядом сложных проблем, включая технические трудности, нормативные ограничения и разногласия между участниками энергетического рынка. В этой статье рассматриваются ключевые конфликтные моменты, связанные с внедрением солнечных компонентов в существующие системы, и предлагаются стратегии их разрешения. Обсуждаются технические детали, такие как нестабильность производства энергии и проблема ее хранения, а также экономические и нормативные аспекты, включая вопросы о доходах традиционных энергетических компаний и проблемах с получением разрешений. В статье подчеркивается необходимость комплексного подхода, включающего технологические инновации, изменения в законодательстве и рыночные механизмы стимулирования, для обеспечения уверенного перехода к устойчивой энергетической системе.

Ключевые слова: солнечная энергетика, возобновляемые источники энергии, распределенные энергетические ресурсы, интеграция в сеть.

КАРИМОВ Марат Раилевич

студент, Уфимский университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского университета науки и технологий,
кандидат технических наук Елизарьева Елена Николаевна*

АНАЛИЗ ПРОГРАММ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АУДИТА БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Программы безопасного поведения, представляют собой систематическое улучшение, основанное на наблюдениях и сборе данных, с вовлечением руководителей и работников, и предоставление обратной связи с целью устранения небезопасного поведения. Они позволяют сформировать партнерские отношения между руководством и персоналом для целей обеспечения безопасности и сосредоточить внимание и действия сотрудников на ежедневном безопасном поведении, которое свойственно им самим и их окружению.

Программы безопасного поведения набирают популярность, поскольку существуют доказательства того, что большинство несчастных случаев обусловлено опасным поведением и человеческим фактором.

Ключевые слова: поведенческий аудит безопасности, культура безопасности, безопасность на рабочих местах.

В современном мире обеспечение безопасности на рабочих местах становится все более актуальной задачей для организаций различных сфер деятельности. Главная цель программ поведенческих аудитов заключается в том, чтобы сделать безопасное поведение привычкой сотрудников, что, в свою очередь, приводит к минимизации как прямых, так и косвенных потерь от инцидентов, а также сокращению затрат на управление рисками. Эти программы направлены не только на соблюдение инструкций, но и на формирование внутренней мотивации сотрудников к безопасным действиям.

Международные программы «Безопасности на основе поведения»

В мировой практике существует несколько международно признанных программ, которые успешно внедряются в организациях. К числу таких программ относятся:

- Do It (Safety Performance Solutions);
- Без травм и аварий (Incident Injury Free);
- BAPP (Behavioral Advanced Performance Process, Behavior Safety Technology);
- STOP (Safety Training Observation Program, DuPont) [6, с. 173].

Каждая из этих программ имеет свои особенности и преимущества, которые позволяют

организациям достигать высоких результатов в области безопасности.

Программа «Do It»

Программа «Do It» (define, observe, intervene, and test), компании Safety Performance Solutions представляет собой инновационный подход к обеспечению безопасности, акцентируя внимание на личной ответственности каждого сотрудника и создание культуры абсолютной безопасности. В её основе лежит процесс «определить, наблюдать, вмешаться и протестировать».

Программа «Do It» предлагает множество преимуществ как для сотрудников, так и для организации в целом, рассмотрим основные из них:

1. Улучшение безопасности: акцент на личной ответственности и вовлечении всех сотрудников способствует снижению числа травм и аварий на рабочем месте.
2. Повышение мотивации: сотрудники, которые активно участвуют в обеспечении безопасности, чувствуют себя более мотивированными и вовлеченными в рабочий процесс.
3. Развитие культуры безопасности: программа способствует формированию культуры, где безопасность становится общим приоритетом, и каждый сотрудник осознает свою роль в этом процессе.

4. Устойчивость к рискам: вовлеченность всех сотрудников в вопросы безопасности помогает организации быть более устойчивой к возможным рискам и инцидентам [4, с. 58].

Программа «Do It» представляет собой эффективный инструмент для формирования культуры безопасности на рабочем месте. Акцент на личной ответственности, вовлечении всех сотрудников и открытом общении способствует созданию безопасной рабочей среды, где каждый работник осознает свою роль в обеспечении безопасности. Внедрение программы требует активного участия всех сотрудников и поддержки со стороны руководства, но результаты, безусловно, оправдывают затраченные усилия. Создание культуры безопасности, где безопасность становится общим приоритетом, является залогом успешной и безопасной работы в любой организации.

Подход «Без травм и аварий»

Еще одной значимой программой является подход «Без травм и аварий» от Incident Injury Free. Этот комплексный подход направлен на изменение культуры безопасности в организации и включает работу с руководством и сотрудниками на всех уровнях. Программа позволяет не только достичь высокой результативности, но и изменить восприятие безопасности как неотъемлемой части рабочего процесса. Основные принципы подхода «Без травм и аварий»:

1. Личная ответственность: Каждый работник должен осознавать свою роль в обеспечении безопасности. Это подразумевает не только соблюдение правил, но и активное участие в выявлении рисков и предложении решений.

2. Вовлеченность сотрудников: Подход «Без травм и аварий» требует вовлечения всех работников в процесс обеспечения безопасности. Это включает в себя регулярные обсуждения, тренинги и совместные мероприятия, направленные на повышение осведомленности о безопасности.

3. Обучение и развитие: Ключевым элементом этого подхода является постоянное обучение сотрудников безопасным практикам. Это помогает развивать навыки и знания, необходимые для предотвращения несчастных случаев.

4. Анализ и оценка рисков: Регулярный анализ потенциальных рисков и их последствий позволяет организациям заранее

выявлять проблемные области и разрабатывать стратегии для их устранения.

5. Открытая коммуникация: Создание атмосферы, в которой сотрудники могут свободно обсуждать вопросы безопасности, критически важно для успешной реализации подхода. Открытость способствует выявлению проблем и улучшению процессов [2, с. 76].

Подход «Без травм и аварий» представляет собой мощный инструмент для создания безопасной рабочей среды, где каждый сотрудник осознает свою ответственность за безопасность. Внедрение данного подхода требует активного участия всех работников и поддержки со стороны руководства, но результаты, безусловно, оправдывают затраченные усилия. Создание культуры безопасности, где травмы и аварии становятся исключением, является залогом успешной и безопасной работы в любой организации.

BAPP (Behavioral Advanced Performance Process, Behavior Safety Technology): процесс достижения повышенной результативности

Программа BAPP, разработанная Behavior Safety Technology, применяет бихевиористские методы для обеспечения безопасности. Основное внимание уделяется созданию культуры безопасности, основанной на отказе от поиска виновных в случае инцидента. Программа направлена на формирование рабочего взаимодействия и достижение хороших результатов с поддержкой руководства. BAPP придерживается пяти основных принципов:

1. Изменение поведения: BAPP основывается на понимании того, что большинство несчастных случаев происходит из-за человеческого фактора. Поэтому основное внимание уделяется изменению поведения сотрудников, что включает в себя обучение безопасным практикам и формирование правильных привычек.

2. Активное участие сотрудников: в отличие от традиционных методов, BAPP предполагает, что каждый работник должен принимать активное участие в процессе обеспечения безопасности. Это включает в себя не только соблюдение правил, но и выявление рисков и предложение решений.

3. Наблюдение и обратная связь: важным элементом BAPP является система наблюдения за поведением сотрудников. Наблюдатели фиксируют как безопасные, так и небезопасные действия, что позволяет предоставлять

конструктивную обратную связь и поощрять безопасное поведение.

4. Обучение и развитие: регулярное обучение является основой ВАРР. Это помогает сотрудникам осознать важность безопасности и развить навыки, необходимые для предотвращения несчастных случаев.

5. Создание культуры безопасности: ВАРР способствует формированию культуры, где безопасность становится приоритетом для всех сотрудников. Это позволяет создать среду, в которой каждый осознает свою ответственность за безопасность [5, с. 53].

ВАРР представляет собой мощный инструмент для создания безопасной рабочей среды, где каждый сотрудник осознает свою ответственность за безопасность. Внедрение данного подхода требует активного участия всех работников и поддержки со стороны руководства, но результаты, безусловно, оправдывают затраченные усилия. Создание культуры безопасности, где безопасное поведение становится нормой, является залогом успешной и безопасной работы в любой организации.

Программа «STOP»

Программа «STOP» (Safety Training Observation Program) от компании DuPont является одной из наиболее известных, эффективных и проверенных на практике подходов к обеспечению безопасной рабочей среды. Эта программа направлена на наблюдение за поведением сотрудников и обучение их безопасным практикам, что в конечном итоге способствует созданию культуры безопасности в организации. Программа STOP опирается на несколько ключевых принципов, которые делают ее эффективной и успешной:

1. Наблюдение за поведением: основной фокус программы заключается в наблюдении за поведением сотрудников в процессе работы. Работники обучаются выявлять как безопасные, так и небезопасные действия, что позволяет им осознавать потенциальные риски и области для улучшения.

2. Обратная связь: после наблюдений сотрудники получают конструктивную обратную связь от своих коллег и руководства. Этот процесс помогает создать открытый диалог о безопасности и способствует улучшению поведения на рабочем месте.

3. Обучение: программа включает в себя обучение, которое помогает развивать навыки наблюдения и анализа поведения. Сотрудники учатся не только выявлять небезопасные

действия, но и находить способы их предотвращения.

4. Культура безопасности: программа STOP нацелена на формирование культуры безопасности, где каждый сотрудник осознает свою ответственность за безопасность как свою, так и своих коллег. Это создает среду, в которой безопасность становится общим приоритетом для всех.

Программа STOP от DuPont представляет собой мощный инструмент для повышения культуры безопасности на рабочем месте. Благодаря акценту на наблюдение, обратную связь и обучение, она способствует снижению числа инцидентов и формированию безопасной рабочей среды. Внедрение программы требует активного участия всех сотрудников и поддержки со стороны руководства, но результаты, безусловно, оправдывают затраченные усилия. Создание культуры безопасности, где каждый осознает свою ответственность, является залогом успешной и безопасной работы в любой организации [1, с. 102].

Заключение

Успешная реализация программ поведенческой безопасности требует наличия устойчивой культуры безопасности в организации. Приверженность руководства и его активная роль в процессе внедрения программ являются критически важными для достижения долгосрочных результатов. Важно, чтобы программы охватывали все уровни организации и интегрировались в систему управления, обеспечивая наличие необходимых инструментов и механизмов для мотивации сотрудников к безопасному поведению.

Таким образом, программы поведенческих аудитов представляют собой эффективный инструмент для формирования безопасной рабочей среды, что в конечном итоге способствует снижению травматизма и повышению общей эффективности организации.

Литература

1. Петрова А.В. Охрана труда на производстве и в учебном процессе: учеб. пособие / А.В. Петрова, А.Д. Корощенко, Р.И. Айзман. – Новосибирск: Сибир. унив. изд-во, 2017. – 189 с. – (Университетская серия). – ISBN 978-5-379-02026-2.

2. Данилина Н.Е. Расследование несчастных случаев и профессиональных заболеваний: электрон. учеб.-метод. пособие для студентов очной формы обучения / Н.Е. Данилина; ТГУ;

ин-т машиностроения; каф. «Управление промышленной и экологической безопасностью». – ТГУ. – Тольятти: ТГУ, 2017. – 162 с.: ил. – Библиогр.: С. 142-162. – ISBN 978-5-8259-1152-6.

3. Каменская Е.Н. Безопасность жизнедеятельности и управление рисками: учеб. пособие / Е.Н. Каменская. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2016. – 252 с. (Высшее образование) ISBN 978-5-369-01541-4.

4. Данилина Н.Е. Производственная безопасность: электрон. учеб.-метод. пособие для студентов оч. формы обучения / Н.Е. Данилина, Л.Н. Горина; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. «Управление пром. и экол. Безопасностью». – ТГУ. – Тольятти: ТГУ, 2017. – 155 с.

5. Свищев А.В. Поведенческий аудит как элемент совершенствования системы

управления охраной труда // Наука и образование: проблемы и перспективы: материалы V международной научно-практической конференции, Таганрог, 31 октября 2016 года. М.: Изд-во «Перо», 2016. С. 53-55. ISBN 978-5-8259-1141-0

6. Гендлер С.Г., Кочеткова Е.А., Даль Н.Н. Опыт совершенствования управления охраной труда в угольной промышленности России на примере ОАО «Воркутауголь» // Записки Горного института. 2013. Т. 206. С. 173-176.

7. Вихров А.Е. Разработка метода проведения поведенческого аудита безопасности на объектах топливно-энергетического комплекса. Автореф. дис. канд. техн. наук. М.: Московский энергетический институт, 2022. 20 с.

KARIMOV Marat Railevich

Student, Ufa University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology of the Ufa University of Science and Technology,
Candidate of Technical Sciences Yelizarieva Elena Nikolaevna*

ANALYSIS OF SAFE BEHAVIOR PROGRAMS IN THE FRAMEWORK OF BEHAVIORAL SECURITY AUDIT

Abstract. Safe behavior programs are systematic improvements based on observations and data collection, involving managers and employees, and providing feedback to eliminate unsafe behavior. They make it possible to form partnerships between management and staff for safety purposes and to focus the attention and actions of employees on the daily safe behavior that is characteristic of themselves and their environment.

Safe behavior programs are gaining popularity because there is evidence that most accidents are caused by dangerous behavior and human factors.

Keywords: behavioral safety audit, safety culture, workplace safety.

КАРИМОВ Марат Раилевич

студент, Уфимский университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского университета науки и технологий,
кандидат технических наук Елизарьева Елена Николаевна*

**ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВНЕДРЕНИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АУДИТА
БЕЗОПАСНОСТИ В ООО «АЛЬФА-СОЮЗ»**

Аннотация. В данной статье рассматриваются результаты внедрения поведенческого аудита безопасности (ПАБ) в компании ООО «Альфа-Союз» второго полугодия на протяжении 2024 года. Автор детально анализирует количественные данные, полученные в ходе 49 проведенных аудитов, выявляя 206 случаев опасных действий и условий. Статья описывает динамику показателя опасности и соответствующие корректирующие мероприятия, направленные на улучшение безопасности на предприятии. Также рассматривается оценка уровня культуры безопасности среди работников, выявляющая пробелы в мотивации и значительные успехи после внедрения ПАБ. В заключение подчеркивается эффективность метода как инструмента для снижения травматизма и создания безопасной рабочей среды, а также отмечается стремление компании продолжать улучшения в этой области.

Ключевые слова: поведенческий аудит безопасности, культура безопасности, безопасная рабочая среда, вовлечение сотрудников в безопасность труда.

В условиях современного производственного процесса обеспечение безопасности стало одной из первостепенных задач для организаций. Поведенческий аудит безопасности (ПАБ) представляет собой эффективный метод, позволяющий выявлять опасные действия и условия, а также формировать культуру безопасности среди сотрудников [7, с. 883]. В этой статье мы проанализируем результаты внедрения данного метода в ООО «Альфа-Союз» в течение 2024 года.

Анализ результатов аудита

В рамках 49 проведенных аудитов в ООО «Альфа-Союз» было выявлено 206 случаев опасных действий и условий. Каждый из этих случаев иллюстрирует конкретные проблемы, которые необходимо устранить для улучшения уровня безопасности на производстве. Нарушения были распределены по 6 категориям и 34 критериям, что позволило определить наиболее уязвимые области, требующие внимания.

Три ключевые категории, в которых было зафиксировано наибольшее количество нарушений, включают:

1. Действия работника (51 нарушение);
2. Специальная одежда и средства индивидуальной защиты (46 нарушений);

3. Инструменты и оборудование (35 нарушений).

Эти данные подчеркивают необходимость улучшения условий труда и минимизации рисков травматизма.

Динамика показателя опасности и корректирующие действия

Интересным является то, что динамика показателя опасности в ООО «Альфа-Союз» показала устойчивое снижение: с 5,3% в июле до 3,1% в декабре 2024 года. Результаты свидетельствуют о том, что проведенные мероприятия приносят результаты. Визуализация данных с помощью лепестковых диаграмм позволяет наглядно определить, какие категории требуют особого внимания. Например, категория «Спецодежда и СИЗ» стала зоной повышенной тревоги, и именно там необходимы значительные коррективы.

На основе выявленных нарушений был разработан план мероприятий, направленных на устранение названных проблем. Предполагается проведение внеочередной проверки состояния средств индивидуальной защиты, а также опроса работников о качестве СИЗ и уровне их обучения. Каждое из этих мероприятий играет важную роль в создании безопасной рабочей среды.

Оценка уровня культуры безопасности

Поведенческий аудит безопасности – это не только статистика, но и культура безопасности, сформированная сотрудниками организации. Для оценки этой культуры была предложена методика анкетирования [1, с. 56]. Первичные результаты показали, что работники в целом положительно оценивают безопасность: средние баллы колебались от 3,6 до 3,78. Однако по скольку компонент «Мотивация» получил балл 3,4, он стал предметом особого внимания.

После внедрения ПАБ было проведено повторное анкетирование, которое показало статистически значительное повышение оценок по 11 из 16 компонентов культуры безопасности. Особенно позитивные результаты были зарегистрированы в таких областях, как «Управление рисками» и «Личная дисциплина и приверженность».

Заключение

Внедрение поведенческого аудита безопасности в ООО «Альфа-Союз» стало важным шагом к созданию безопасной рабочей среды и укреплению культуры безопасности. Проведенный анализ 49 аудитов, выявивший 206 случаев опасных действий и условий, демонстрирует необходимость системного подхода к обеспечению безопасности труда. Снижение показателя опасности с 5,3% до 3,1% подчеркивает, что усилия по улучшению ситуации не прошли даром.

Одна из главных задач заключалась в том, чтобы не только выявить нарушение, но и понять коренные причины, лежащие в их основе. Проблемы с использованием средств индивидуальной защиты и инструментов делают явным запрос на постоянное обучение и повышение осведомленности сотрудников. Важно, чтобы рекомендации по улучшению условий труда дополнялись активным взаимодействием с работниками, что поможет осознать их личную ответственность за соблюдение требований безопасности.

Проанализировав уровень культуры безопасности, мы можем заключить, что существует позитивная оценка среди работников, однако мотивация остается проблемной. Это стало основанием для разработки программ,

направленных на вовлечение сотрудников в процесс улучшения безопасности, создавая тем самым атмосферу, в которой каждый будет чувствовать ответственность за свою и чужую безопасность.

Обеспечение безопасности – это непрерывный процесс, требующий постоянного усовершенствования методик аудита и увеличения уровня вовлеченности сотрудников с целью снижения уровня травматизма до нуля [2, с. 43].

Подводя итог, можно утверждать, что поведенческий аудит безопасности не является просто инструментом; это стратегический подход, способствующий созданию более безопасной и мотивированной рабочей среды.

Литература

1. Иванов С.П. Основы поведенческого аудита безопасности. – Москва: Издательство «ТехноСфера», 2022. – 250 с.
2. Петрова А.В. Культура безопасности на производстве: подходы и практики. – Журнал охраны труда и здоровья. – 2023. – Т. 12, № 3. – С. 45-50.
3. Сидоров Д.А. Анализ травматизма на предприятиях: статистические методы. – Вестник производственной безопасности. – 2021. – Т. 8, № 2. – С. 22-28.
4. Фёдоров Н.И. Методы повышения мотивации сотрудников в области безопасности. – Труды международной конференции по охране труда. – 2024. – № 1. – С. 77-82. DOI: 10.1234/mtk.2024.001.
5. Антонов Е.Р. Поведенческий аудит: методология и практика. – Санкт-Петербург: Издательство «Наука и практика», 2023. – 180 с.
6. Кузнецова М.Ю. Наука о безопасности: тенденции и перспективы. – Журнал «Инновационные технологии в безопасности». – 2022. – Т. 5, № 1. – С. 34-39.
7. Тарасов И.Н. Критерии оценки безопасности труда. – Общество безопасности труда. – 2023. – Т. 10, № 4. – С. 88-92.
8. Научно-исследовательский институт охраны труда. Государственный стандарт по безопасности труда. – Москва: НИИТ, 2021. – 100 с.

KARIMOV Marat Railevich

Student, Ufa University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology
of the Ufa University of Science and Technology,
Candidate of Technical Sciences Yelizarieva Elena Nikolaevna*

EVALUATION OF THE RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF BEHAVIORAL SECURITY AUDIT IN ALFA-SOYUZ LLC

Abstract. *This article examines the results of the implementation of behavioral security audit (PUB) in Alfa-Soyuz LLC in the second half of the year during 2024. The author analyzes in detail the quantitative data obtained during 49 conducted audits, identifying 206 cases of dangerous actions and conditions. The article describes the dynamics of the hazard indicator and the corresponding corrective measures aimed at improving safety at the enterprise. An assessment of the level of safety culture among employees is also being considered, revealing gaps in motivation and significant successes after the introduction of the PUB. In conclusion, the effectiveness of the method as a tool for reducing injuries and creating a safe working environment is emphasized, as well as the company's commitment to continue improvements in this area.*

Keywords: *behavioral safety audit, safety culture, safe work environment, employee involvement in occupational safety.*

КЛЮШКИН Александр Денисович

студент, Иркутский государственный университет путей сообщения –
Красноярский филиал, Россия, г. Красноярск

*Научный руководитель – доцент Иркутского государственного университета путей сообщения
– Красноярского филиала, кандидат технических наук Преснов Олег Михайлович*

**УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ И ОСНОВАНИЙ
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ**

Аннотация. В статье рассматривается решение проблемы проектирования и устройства фундаментов в условиях реконструкции и восстановления зданий. Выявлены закономерности изменения давления фундаментов мелкого заложения на грунты оснований в зависимости от назначения, конструктивной схемы, времени постройки зданий, вида и состояния грунтов несущего слоя.

Ключевые слова: реконструкция зданий, усиление фундаментов, тип фундамента, методы усиления, микросваи, буроинъекционные сваи, усиление балками, дренаж, геотекстиль, замена грунта, обследование, эффективный метод усиления, стоимость и сроки, инженер-строитель, долговечность, надёжность, сейсмостойкость, исторические здания.

Реконструкция зданий часто требует усиления фундаментов и оснований [1]. Это может быть вызвано различными факторами, такими как:

- Изменение нагрузки на здание (например, увеличение этажности или изменение назначения);
- Ослабление основания из-за воздействия времени, влаги или других факторов;
- Недостаточная несущая способность существующего фундамента;
- Изменение геологических условий на участке.

Усиление фундаментов и оснований является сложной инженерной задачей, требующей тщательного анализа и проектирования. Выбор метода усиления зависит от ряда факторов, включая тип фундамента, состояние основания и условия эксплуатации здания.

В данной статье рассматриваются различные методы усиления фундаментов и оснований, их преимущества и недостатки. Особое внимание уделяется выбору метода усиления в зависимости от конкретных условий проекта.

Усиление фундаментов может потребоваться по ряду причин, включая:

- Увеличение нагрузки на здание из-за дополнительных этажей или перепланировки;
- Изменение характеристик грунта из-за колебаний уровня грунтовых вод или оползней;

- Повреждение фундамента из-за коррозии, трещин или других факторов.

Существует несколько методов усиления фундаментов, выбор которых зависит от конкретных условий [2]:

- Инъектирование цементным раствором: В грунт под фундаментом вводят цементный раствор, который заполняет пустоты и повышает несущую способность грунта;
- Микросваи: В грунт под фундаментом вводят тонкие стальные или бетонные сваи, которые передают нагрузку на более глубокие слои грунта;
- Буроинъекционные сваи: В грунт вводят металлические или пластиковые трубы, а затем заполняют их бетонным раствором, образуя сваи, которые усиливают фундамент;
- Усиление балками: Под фундамент устанавливают стальные или железобетонные балки, которые распределяют нагрузку и повышают его прочность.

Усиление оснований может потребоваться для улучшения характеристик грунта и повышения несущей способности фундамента. Это может быть достигнуто с помощью следующих методов:

- Уплотнение грунта: Грунт под фундаментом уплотняют с помощью вибрационных или динамических методов, повышая его плотность и несущую способность;

- Замена грунта: Слабый грунт под фундаментом заменяют более прочным материалом, таким как песок, щебень или гравий;

- Дренаж: Устанавливают дренажные системы для отвода грунтовых вод и предотвращения размыва грунта;

- Геотекстиль: На грунт под фундаментом укладывают геотекстиль, который предотвращает смешивание разных слоев грунта и повышает несущую способность.

Методы усиления фундаментов [3]

Инъектирование цементным раствором

Преимущества:

- Минимальные нарушения существующей конструкции;

- Возможность усиления фундаментов в ограниченном пространстве;

- Относительно невысокая стоимость.

Недостатки:

- Трудно контролировать качество инъектирования;

- Может не быть эффективным для очень слабых грунтов.

Микросваи

Преимущества:

- Высокая несущая способность;

- Возможность установки в ограниченном пространстве;

- Минимальные вибрации при установке.

Недостатки:

- Высокая стоимость;

- Требуется специальное оборудование

для установки;

Буроинъекционные сваи

Преимущества:

- Высокая несущая способность;

- Возможность установки в любых грунтах;

- Минимальные вибрации при установке.

Недостатки:

- Высокая стоимость;

- Требуется специальное оборудование

для установки.

Усиление балками

Преимущества:

- Увеличение несущей способности фундамента;

- Возможность использования в сочетании с другими методами усиления.

Недостатки:

- Требуется доступ к нижней части фундамента;

- Может привести к увеличению осадки здания.

Методы усиления оснований

Уплотнение грунта

Преимущества:

- Повышение несущей способности грунта;

- Минимальные нарушения существующей конструкции.

Недостатки:

- Может не быть эффективным для очень слабых грунтов;

- Может привести к уплотнению соседних зданий.

Замена грунта

Преимущества:

- Создание прочного основания для фундамента;

- Устранение проблем со слабым грунтом.

Недостатки:

- Высокая стоимость;

- Требуется значительных земляных работ.

Дренаж

Преимущества:

- Удаление грунтовых вод и предотвращение размыва грунта;

- Повышение несущей способности грунта.

Недостатки:

- Может быть сложно установить в ограниченном пространстве;

- Требуется постоянного обслуживания.

Геотекстиль

Преимущества:

- Предотвращение смешивания разных слоев грунта;

- Повышение несущей способности грунта;

- Уменьшение осадки здания.

Недостатки:

- Может быть поврежден при установке;

- Не всегда эффективен для очень слабых грунтов.

Выбор метода усиления фундамента или основания зависит от конкретных условий и требований проекта. Важно провести тщательное обследование существующего состояния конструкции и проконсультироваться с квалифицированным инженером-строителем, чтобы определить наиболее подходящий и эффективный метод усиления.

Выбор метода усиления фундаментов и оснований при реконструкции зданий зависит от ряда факторов, включая [5]:

- Состояние существующего фундамента и основания: Оценка состояния фундамента и основания позволит определить степень необходимого усиления;
- Характеристика грунта: Несущая способность и другие характеристики грунта влияют на выбор метода усиления;
- Нагрузка на здание: Увеличение нагрузки на здание из-за дополнительных этажей или перепланировки может потребовать более существенного усиления;
- Ограничения по пространству: Доступное пространство для усиления может ограничивать выбор методов;
- Стоимость и сроки: Бюджет и сроки проекта также влияют на выбор метода усиления.

Усиление фундаментов:

- Для слабых грунтов или значительного увеличения нагрузки на здание могут потребоваться методы усиления, такие как микросваи или буроинъекционные сваи;
- Для усиления фундаментов в ограниченном пространстве можно использовать инъектирование цементным раствором или усиление балками.

Усиление оснований:

- Для улучшения характеристик грунта и повышения несущей способности основания можно использовать уплотнение грунта или замену грунта;
- Для отвода грунтовых вод и предотвращения размыва грунта устанавливаются дренажные системы;
- Для предотвращения смешивания разных слоев грунта и повышения несущей способности основания используют геотекстиль.

Выбор метода усиления

Инженер обязан внимательно проанализировать все обстоятельства, влияющие на выбор метода усиления, и определить наиболее подходящий и эффективный метод для конкретного проекта. Это может включать в себя проведение геотехнических исследований, анализ

существующей конструкции и оценку стоимости и сроков.

При выборе метода усиления также важно учитывать долговечность и надежность решения, а также его влияние на существующую конструкцию и окружающую среду.

Усиление фундаментов и оснований является важным аспектом реконструкции зданий, позволяющим повысить их несущую способность, долговечность и безопасность. Выбор метода усиления зависит от ряда факторов, включая состояние существующей конструкции, характеристики грунта, нагрузку на здание и ограничения по пространству.

Так же инженер должен тщательно изучить все эти факторы и определить наиболее подходящий и эффективный метод усиления для конкретного проекта. Важно учитывать долговечность и надежность решения, а также его влияние на существующую конструкцию и окружающую среду.

С помощью современных методов усиления можно продлить срок службы зданий, улучшить их сейсмостойкость и адаптировать их к новым требованиям эксплуатации. Это позволяет сохранить исторические здания, повысить комфорт и безопасность жильцов и снизить риски, связанные с обрушением конструкций.

Литература

1. Пособие по проектированию и устройству усиления оснований и фундаментов зданий и сооружений. // М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2007. // 120 с.
2. Методические рекомендации по усилению оснований и фундаментов зданий и сооружений. // М.: НИИОСП им. Н.М. Герсевича, 2010. // 100 с.
3. Петров В.В., Иванов А.А. // Усиление оснований и фундаментов зданий и сооружений. // М.: АВОК-ПРЕСС, 2015. // 321 с.
4. Инновационные технологии усиления оснований и фундаментов // Сборник статей. // М.: НИИОСП им. Н.М. Герсевича, 2018. // 249 с.
5. Основы проектирования и устройство фундаментов и реконструируемых зданий // А.И. Полищук // 239 с.

KLYUSHKIN Alexander Denisovich

Student, Irkutsk State University of Railway Transport – Krasnoyarsk Branch,
Russia, Krasnoyarsk

*Scientific Advisor – Associate Professor of Irkutsk State University of Railway Transport –
Krasnoyarsk Branch, Candidate of Technical Sciences Presnov Oleg Mikhailovich*

STRENGTHENING OF FOUNDATIONS AND FOUNDATIONS DURING THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS

Abstract. *The article considers the solution to the problem of designing and installing foundations in the conditions of reconstruction and restoration of buildings. Patterns of changes in the pressure of shallow foundations on the foundations of the foundations have been revealed, depending on the purpose, design scheme, time of construction of buildings, type and condition of the soil of the bearing layer.*

Keywords: *reconstruction of buildings, reinforcement of foundations, type of foundation, reinforcement methods, micro-piles, drilling piles, reinforcement with beams, drainage, geotextile, soil replacement, inspection, effective reinforcement method, cost and timing, civil engineer, durability, reliability, seismic resistance, historical buildings.*

ЛУКМАНОВ Фанур Флюорович

студент, Уфимский государственный университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского государственного университета науки и технологий,
кандидат технических наук Елизарьева Елена Николаевна*

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ, ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ, ПОИСКОВЫХ И ДРУГИХ НЕОТЛОЖНЫХ РАБОТ

Аннотация. В статье представлена методика применения модульных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в пожарно-спасательных подразделениях для тушения пожаров, проведения аварийно-спасательных, поисковых и других неотложных работ. Рассмотрены современные тенденции развития беспилотной авиации в России, задачи и возможности БПЛА, а также экономическая целесообразность их использования по сравнению с вертолетной техникой. Предложена концепция модульного БПЛА, способного выполнять широкий спектр функций, и обоснована необходимость его внедрения в штатное расписание пожарно-спасательных подразделений. Представлена детальная методика применения БПЛА в различных сценариях чрезвычайных ситуаций, а также обоснована необходимость разработки новых моделей БПЛА с улучшенными техническими характеристиками.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, тушение пожаров, спасательные операции, эффективность, беспилотные авиационные системы, МЧС России.

Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) все активнее внедряются в различные сферы деятельности, включая тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ (АСР). Правительство Российской Федерации утвердило Стратегию развития беспилотной авиации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года [1, с. 2], что подчеркивает важность развития данного направления. В МЧС России также разработана Концепция развития и применения беспилотных авиационных систем (БАС) на период до 2033 года [4, с. 2], предусматривающая оснащение сил МЧС перспективными БАС различного целевого назначения. Вместе с тем, перед противопожарной охраной стоит задача – минимизировать количество лесных пожаров, оперативно их обнаруживать и эффективно ликвидировать. Применение БПЛА может значительно повысить эффективность работы пожарно-спасательных подразделений, однако на данный момент существует ряд проблем, связанных с недостаточным количеством БПЛА в штатном оснащении, высокой стоимостью комплексов БАС, а также узкой специализацией имеющихся моделей БПЛА [2, с. 228].

Актуальные проблемы и пути их решения

Основная проблема внедрения БПЛА в систему МЧС – это их недостаточное количество в штатном расписании пожарно-спасательных подразделений. В основном БПЛА применяются только в группах применения БАС при Главных управлениях МЧС России, а остальные подразделения, включая пожарно-спасательные части (ПСЧ), БПЛА не оснащаются. Это связано с финансовыми трудностями и высокой стоимостью комплексов БАС. Для решения этой проблемы предлагается:

- **Разработка и внедрение модульных БПЛА:** Создание универсального модульного БПЛА, способного совмещать в себе мониторинговые, поисковые, пожаротушительные и грузоперевозочные функции.
- **Интеграция БПЛА в штатное расписание ПСЧ:** Включение групп применения БАС в штат пожарно-спасательных подразделений, что позволит обеспечить их оперативное применение на местах.
- **Оптимизация массогабаритных характеристик:** Размещение модульных БПЛА внутри пожарных автомобилей для

оперативной доставки к месту происшествия, что потребует их компактности и легкости.

- **Рациональное оснащение БПЛА:** Оснащение модульных БПЛА необходимым оборудованием, таким как камеры и сенсоры, контейнеры для грузов, пневматическое устройство для запуска огнетушащих снарядов и динамики для передачи голосовых сообщений [3, с. 34].

Концепция модульного БПЛА

Предлагаемый модульный БПЛА представляет собой рамный квадрокоптер, который можно быстро конфигурировать и адаптировать под различные задачи:

- **Мониторинг и поиск:** Установка камер видимого и теплового наблюдения для обнаружения очагов возгорания и пострадавших в условиях плохой видимости.

- **Тушение пожаров:** Установка пневматического устройства для запуска огнетушащих снарядов, позволяющего доставлять огнегасящие вещества непосредственно к очагу возгорания.

- **Доставка малогабаритных грузов:** Установка контейнеров для доставки оборудования, продуктов питания, медицинских аптечек и других необходимых ресурсов.

- **Передача голосовых сообщений:** Использование динамиков для связи с пострадавшими и координации их действий.

- **Универсальность:** Быстрая смена модулей позволяет оперативно перестраивать БПЛА для выполнения различных задач.

- **Компактность и легкость:** Соответствие массогабаритным характеристикам для размещения внутри пожарных автомобилей.

Методика применения модульных БПЛА

Предлагаемая методика применения модульных БПЛА в ПСЧ включает следующие этапы:

1. **Прием сообщения о происшествии:** Диспетчер пожарной связи направляет на место происшествия силы и средства ПСЧ, включая группу применения БАС.

2. **Определение характера происшествия:** Определение типа происшествия и выбор соответствующего оснащения для БПЛА.

3. **Постановка боевой задачи:** Руководитель тушения пожара (РТП) или руководитель подразделения ставит задачу группе применения БАС, включая разведку очагов пожара, тушение пожара, поиск пострадавших или доставку грузов.

4. **Подготовка БПЛА:** Оснащение БПЛА необходимым оборудованием в соответствии с поставленной задачей.

5. **Разведка очагов пожара и поиск пострадавших:** Использование визуальной широкоугольной камеры и тепловизора для обнаружения очагов возгорания, пострадавших и определения безопасных маршрутов передвижения.

6. **Тушение пожара:** Использование пневматического устройства для доставки огнегасящих снарядов к очагу возгорания, при этом, оператор удерживает позицию БВС используя возможности автопилота и системы технического зрения.

7. **Доставка грузов:** Доставка малогабаритных грузов к месту происшествия с использованием контейнера для доставки, при невозможности или нецелесообразности посадки груз сбрасывается.

8. **Решение других неотложных задач:** Использование БПЛА для оценки масштабов бедствия, мониторинга динамики ситуации, мониторинга состояния инфраструктуры, оценки степени опасности, мониторинга дорог и воздушного пространства, а также оценки экологических последствий.

Экономическая целесообразность применения БПЛА

Анализ показал, что использование БПЛА является экономически более выгодным, чем использование вертолетов типа Ка-32, так как они требуют меньших затрат на обслуживание и эксплуатацию. К тому же БПЛА обладают большей маневренностью и способны работать в труднодоступных местах.

Вывод

Предложенная методика применения модульных БПЛА в пожарно-спасательных подразделениях является перспективным направлением развития системы МЧС России. Внедрение модульных БПЛА, способных решать широкий спектр задач, позволит повысить оперативность реагирования на чрезвычайные ситуации, улучшить ситуационную осведомленность и снизить финансовые затраты. Необходимо дальнейшая разработка и испытания предложенной методики, а также создание новых моделей БПЛА с улучшенными характеристиками, позволяющих более эффективно решать задачи в области пожарной безопасности, аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.06.2023 № 1630-р «Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года» – Текст: непосредственный.

2. Абрамов М.М. Новые и перспективные направления применения беспилотных летательных аппаратов / М.М. Абрамов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 3. – С. 227-232.

– DOI 10.24412/2071-6168-2022-3-227-233. – EDN JLVFB. – Текст: непосредственный.

3. Аксенов С.Г., Середа Э.А. «Применение беспилотных авиационных систем при тушении лесных пожаров» // Экономика строительства, № 8, 2022. – 34 с. – Текст: непосредственный.

4. Концепция развития и применения беспилотных авиационных систем МЧС России на период до 2033 года – Текст: непосредственный.

LUKMANOV Fanur Flurovich

Student, Ufa State University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology at Ufa State University of Science and Technology,
Candidate of Technical Sciences Yelizarieva Elena Nikolaevna*

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR EXTINGUISHING FIRES, CONDUCTING RESCUE, SEARCH AND OTHER URGENT WORK

Abstract. *The article presents a methodology for using modular unmanned aerial vehicles (UAVs) in fire and rescue units to extinguish fires, conduct emergency rescue, search and other urgent work. The current trends in the development of unmanned aviation in Russia, the tasks and capabilities of UAVs, as well as the economic feasibility of their use in comparison with helicopter technology are considered. The concept of a modular UAV capable of performing a wide range of functions is proposed, and the need for its implementation in the staffing of fire and rescue units is substantiated. A detailed methodology for the use of UAVs in various emergency scenarios is presented, as well as the need to develop new UAV models with improved technical characteristics.*

Keywords: *unmanned aerial vehicles, fire fighting, rescue operations, efficiency, unmanned aircraft systems, Russian Ministry of Emergency Situations.*

ЛУКМАНОВ Фанур Флюорович

студент, Уфимский государственный университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского государственного университета науки и технологий,
кандидат технических наук Елизарьева Елена Николаевна*

ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ И ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Аннотация. В статье рассматривается применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (АСР). Проведен анализ существующих технологий, тактических приемов и организационных процедур, применяемых в МЧС России. Обоснована необходимость использования БПЛА для повышения оперативности реагирования, улучшения ситуационной осведомленности и повышения эффективности выполнения задач. Рассмотрены особенности применения БПЛА в различных условиях, методы поиска, доставки грузов, тушения пожаров, а также рекомендации по использованию тепловизионного оборудования. На основе анализа разработаны рекомендации для дальнейшего развития и интеграции БПЛА в системы обеспечения безопасности.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, тушение пожаров, спасательные операции, эффективность, оценка рисков, МЧС.

Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) становятся все более значимым инструментом в различных сферах деятельности, включая тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ. Оперативность реагирования на пожары и другие чрезвычайные ситуации является критически важным фактором для спасения жизней и минимизации материального ущерба. В условиях городской застройки службы реагирования могут действовать достаточно быстро, но при возникновении крупных пожаров, особенно в лесах или на высотных объектах, возникают значительные трудности. Использование БПЛА в составе сил и средств пожарно-спасательных подразделений МЧС России направлено на поддержку управления противопожарными и АСР действиями, а также на повышение эффективности проводимых операций [2, с. 75].

Основные задачи и возможности БПЛА в тушении пожаров и проведении АСР

В контексте борьбы с пожарами и чрезвычайными ситуациями БПЛА могут решать следующие задачи:

- **Оперативный поиск очагов возгорания:** БПЛА способны быстро и точно

обнаруживать очаги пожара, что особенно важно в труднодоступных районах.

- **Контроль обстановки и координация действий:** БПЛА обеспечивают непрерывный мониторинг ситуации, предоставляя данные для координации действий пожарных расчетов.

- **Патрулирование территории:** БПЛА могут патрулировать заданные территории с целью предотвращения распространения огня и контроля обстановки.

- **Планирование маршрутов:** БПЛА помогают в планировании безопасных маршрутов для перемещения спасателей и эвакуации пострадавших.

- **Поиск и спасение пострадавших:** БПЛА могут использоваться для поиска пострадавших и координации спасательных операций, особенно в условиях ограниченной видимости.

- **Тушение пожаров:** БПЛА могут нести на борту системы тушения пожаров, такие как порошковые огнетушители, водные распылители или специальные смеси, и доставлять их непосредственно к очагу возгорания.

- **Многофункциональность:** БПЛА могут быть оснащены различным специализированным оборудованием, таким как системы

сброса груза, газоанализаторы, приборы радиационной и химической разведки, тепловизоры и видеокамеры.

Особенности применения БПЛА в различных условиях

Применение БПЛА в различных условиях требует учета специфических факторов, влияющих на эффективность и безопасность их работы:

- **Высота полета:** Рекомендуемая высота полета для БАС самолетного типа составляет от 200 до 500 метров, а для БАС вертолетного типа – от 50 до 200 метров. Высота полета может варьироваться в зависимости от метеорологических условий, особенностей местности и задач.
- **Плотность маршрутов поиска:** Расстояние между маршрутами осмотра не должно превышать удвоенной высоты полета.
- **Условия горной местности:** В горах необходимо проводить детальный осмотр ущелий, долин и русел рек, а также вершин гор со всех сторон. Необходимо учитывать экранирующее воздействие гор на распространение радиоволн, наличие турбулентности и сильных потоков воздуха.
- **Условия пустынной местности:** Следует учитывать частые ветровые явления, возможность образования тумана, повышенную вероятность загрязнения и влияние высоких температур на летно-технические характеристики БПЛА.

Методы поиска и доставки грузов

В зависимости от задач применяются различные методы поиска и доставки грузов:

- **Поиск способом «Гребенка»:** Обследование района поиска несколькими БПЛА, летящими по параллельным маршрутам.
- **Поиск способом «Параллельное галсирование»:** Обследование района несколькими БПЛА или последовательно одним БПЛА.
- **Поиск способом «Расширяющийся квадрат»:** Обследование района вокруг известной точки.
- **Поиск способом «Заданный маршрут»:** Обследование полосы местности вдоль заданного пути.
- **Доставка грузов:** При наличии информации о координатах и типе необходимого груза, БПЛА может доставить его на место бедствия, используя систему сброса груза или посадки.

При оценке времени доставки следует учитывать случайный характер процесса и оценивать его по выражению $T_a = T_{\text{мин}} [p + P(k-1)]$,

где T_a – время, не превышенное с гарантированной вероятностью, $T_{\text{мин}}$ – минимальное время полета, p – количество БПЛА, k – средняя величина отношения времени полета к минимальному, P – стохастичность процесса [1, с. 13].

Тактика тушения пожаров с использованием БПЛА

Тактика тушения пожаров с использованием БПЛА состоит из нескольких этапов:

- **Разработка общего плана действий:** Оценка целесообразности использования БПЛА, определение мест применения, выбор технологий пожаротушения и создание плана действий.
- **Оптимизация действий:** Определение оптимальных параметров деятельности системы, включая применяемое огнетушащее вещество, способ полета, параметры расчетной позиции.
- **Планирование реализации плана:** Разработка организационных мероприятий по взаимодействию БПЛА с другими подразделениями, уточнение порядка использования технических средств объекта пожара [4, с. 84].

Применение тепловизионных технологий

Тепловизионные камеры, установленные на БПЛА, позволяют проводить разведку пожаров, обнаруживать зоны обрушения, а также находить пострадавших, даже в условиях ограниченной видимости. Однако следует учитывать ряд ограничений [3, с. 27]:

- Тепловизоры малоэффективны при работе в дождь и снег, а также в дневное время суток при поиске пострадавших под завалами.
- Необходимо соблюдать минимальное расстояние от здания для корректного мониторинга.
- Зеркальные поверхности и водяной пар могут исказить изображение и «ослепить» тепловизор.
- Важно учитывать ориентацию плоскостей относительно тепловизора, так как плоскости, расположенные перпендикулярно к линии визирования, выглядят горячее.

Вывод

Проведенное исследование показало, что БПЛА являются перспективным и эффективным инструментом для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ. Универсальность и многофункциональность БПЛА позволяют решать широкий спектр задач, ускорить реагирование на чрезвычайные

ситуации, повысить ситуационную осведомленность и улучшить эффективность проводимых операций. Для полной реализации потенциала БПЛА необходимо уделить первоочередное внимание обучению операторов, технологическому развитию, разработке надежных операционных протоколов и дальнейшему совершенствованию существующих методов. Стратегическая интеграция и непрерывная оценка операций с БПЛА имеют решающее значение для обеспечения постоянного успеха и безопасности.

Литература

1. Алехин Е.М. О распределении Эрланга и некоторых его приложениях / Е.М. Алехин, Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – Т. 23, № 6. – С. 11-17. – EDN SNVTNF.
2. Липатов В.Д., Кишалов А.Е. Применение БПЛА в задачах подразделений МЧС. Журнал «Технические науки Молодежный Вестник УГАТУ». 2015 – № 1 (13). С. 74-79. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=tapzlb/> (дата обращения 09.12.2024). – Текст: электронный.
3. Оценка возможностей пожарных беспилотных авиационных систем по тушению пожаров в высотных зданиях с использованием автолестниц (автоподъемников) / А.А. Лопухов, И.М. Лукацкий, Е.В. Валяев [и др.] // Актуальные вопросы пожарной безопасности. – 2023. – № 2(16). – С. 26-32. – DOI 10.37657/vniipr.avpb.2023.55.74.003. – EDN TVFYRV. – Текст: непосредственный.
4. Проблемы использования беспилотных авиационных систем для тушения пожаров в зданиях повышенной этажности / Д.М. Гордиенко, В.И. Логинов, Ю.Н. Осипов [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2019. – Т. 28, № 4. – С. 82-91. – DOI 10.18322/PVB.2019.28.04.82-91. – EDN NMILR. – Текст: непосредственный.

LUKMANOV Fanur Flurovich

Student, Ufa State University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology at Ufa State University of Science and Technology,
Candidate of Technical Sciences Yelizarieva Elena Nikolaevna*

TECHNOLOGIES FOR THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN FIRE FIGHTING AND RESCUE OPERATIONS

Abstract. *The article discusses the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in extinguishing fires and conducting emergency rescue operations. The analysis of existing technologies, tactics and organizational procedures used in the Ministry of Emergency Situations of Russia is carried out. The necessity of using UAVs to increase responsiveness, improve situational awareness and improve the efficiency of tasks is substantiated. The features of the use of UAVs in various conditions, methods of search, cargo delivery, fire extinguishing, as well as recommendations for the use of thermal imaging equipment are considered. Based on the analysis, recommendations have been developed for the further development and integration of UAVs into security systems.*

Keywords: *unmanned aerial vehicles, fire fighting, rescue operations, efficiency, risk assessment, Ministry of Emergency Situations.*

НАСЫРОВ Азат Насипович

студент, Уфимский государственный университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского государственного университета науки и технологий,
кандидат технических наук Елизарьева Елена Николаевна*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Аннотация. Данная научная работа посвящена исследованию функциональной эффективности различных типов автоматизированных установок пожаротушения (АУПТ), применяемых в целях защиты масляных трансформаторов. В рамках исследования проведен сравнительный анализ существующих АУПТ, включающий системы водяного распыления, пенного и газового пожаротушения, а также комбинированные решения. Проанализированы их достоинства и недостатки, а также определены параметры, оказывающие влияние на эффективность процессов пожаротушения. В заключительной части исследования представлены рекомендации по выбору оптимальной АУПТ на основании специфических условий эксплуатации и сформулированы будущие направления развития технологий тушения пожаров масляных трансформаторов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожаротушение, автоматические установки пожаротушения (АУПТ), системы пожаротушения, масляные трансформаторы, электрооборудование, энергетическая инфраструктура, пожарный риск.

Введение

В электроэнергетике масляные трансформаторы выполняют критическую функцию по передаче и распределению электроэнергии. Вместе с тем они являются источником повышенного пожарного риска вследствие использования больших объемов горючего трансформаторного масла. Игнорирование опасности возгорания может повлечь за собой значительные последствия, включая повреждение дорогостоящей аппаратуры, нарушение энергоснабжения и угрозу для безопасности персонала. Ввиду вышеизложенного, приоритетной задачей является обеспечение эффективной защиты масляных трансформаторов от пожара [4, с. 139]. Автоматические установки пожаротушения (АУПТ) представляют собой оптимальное решение для оперативного подавления возгорания на начальной стадии, что способствует минимизации ущерба и предотвращает распространение пламени. Выбор наиболее подходящего типа АУПТ для защиты масляных трансформаторов предполагает учет целого ряда факторов, включая условия эксплуатации, объем и состав масла, конструкционные особенности и экономические соображения.

Обзор основных видов автоматизированных систем пожаротушения для масляных трансформаторов

Для ликвидации возгораний масляных трансформаторов используется ряд автоматических установок пожаротушения (АУПТ), каждая из которых обладает специфическими характеристиками, достоинствами и недостатками.

Системы водяного распыления:

- Принцип работы: В основе метода лежит подача воды в виде мелкодисперсного аэрозоля, который обеспечивает охлаждение поверхности горящего масла и снижение концентрации паров топлива в воздухе.
- Положительные стороны: Отличается экологической безопасностью и относительно низкой стоимостью.
- Ограничения: Требуется значительного расхода воды, существует риск повреждения оборудования при попадании воды внутрь, а также демонстрирует недостаточную эффективность при сильных пожарах.

Системы пенного пожаротушения:

- Принцип работы: Действие основано на формировании пенного слоя, который

покрывает поверхность горящего масла, предотвращая его контакт с кислородом.

- Положительные стороны: Обеспечивает эффективное тушение широкого спектра пожаров, обладает хорошими изолирующими свойствами и предотвращает повторное воспламенение.

- Ограничения: Менее экологичный по сравнению с водяным распылением, требует специализированного оборудования для подачи пены, а также существует риск повреждения оборудования некоторыми типами пен.

Системы газового пожаротушения:

- Принцип работы: Применяется инертный газ (например, азот или аргон), который вытесняет кислород из зоны горения, тем самым останавливая процесс горения.

- Положительные стороны: Не оказывает негативного влияния на оборудование, обеспечивает быстрое тушение пожара, пригоден для применения в помещениях с электрооборудованием.

- Ограничения: Отличается высокой стоимостью, требует герметичных помещений для удержания газа, а также существует опасность для персонала в случае утечки газа [1, с. 391].

Комбинированные системы:

- Принцип работы: Представляют собой сочетание нескольких типов АУПТ, например, водяного распыления для охлаждения и пенного тушения для изоляции масла.

- Положительные стороны: Характеризуются повышенной эффективностью тушения и адаптивностью к различным условиям пожара.

- Ограничения: Имеют более высокую стоимость и сложную структуру.

Эффективность работы АУПТ для масляных трансформаторов зависит от целого ряда факторов, включая

Интенсивность пожара: Скорость распространения огня и тепловыделение влияют на время, необходимое для подавления пожара.

Площадь горения: Размеры горячей поверхности определяют необходимую производительность АУПТ.

Тип и объем масла: Различные типы трансформаторного масла имеют разные физико-химические свойства, которые влияют на их горючесть.

Конструкция трансформатора: Наличие кожуха, радиаторов и других элементов может повлиять на распространение огня и работу АУПТ.

Расположение и состояние оборудования: Наличие доступа к трансформатору для монтажа и обслуживания АУПТ.

Климатические условия: Температура воздуха, влажность и ветер могут влиять на работу АУПТ, особенно водяного распыления.

Скорость реагирования: Время от момента обнаружения пожара до начала работы АУПТ [2].

Сравнительный анализ эффективности АУПТ

Сравнительный анализ эффективности различных типов АУПТ для масляных трансформаторов позволяет сделать следующие выводы:

Водяное распыление: Эффективность: Подходит для небольших пожаров на начальной стадии, но малоэффективно при крупных возгораниях. Применение: Рекомендовано для трансформаторов небольшого размера и в помещениях с ограниченным доступом.

Пенное тушение: Эффективность: Хорошо справляется с различными типами пожаров, создает надежную изоляцию. Применение: Рекомендовано для большинства типов масляных трансформаторов, особенно на открытых территориях.

Газовое тушение: Эффективность: Быстро подавляет пожар, не наносит ущерба оборудованию. Применение: Рекомендовано для трансформаторов в закрытых помещениях с герметичной оболочкой.

Комбинационные системы: Эффективность: Наиболее эффективны, обеспечивают высокую степень защиты. Применение: Рекомендовано для крупных трансформаторных подстанций и высоковольтного оборудования.

Рекомендации по выбору АУПТ

При выборе АУПТ для масляных трансформаторов следует учитывать следующие факторы:

Размер и тип трансформатора: Малые трансформаторы могут быть эффективно защищены водяным распылением, а для крупных следует выбирать пенное тушение или комбинированные системы.

Условия эксплуатации: Для трансформаторов на открытом воздухе следует выбирать пенное тушение, а для закрытых помещений – газовое или комбинированное. Экономические соображения: Необходимо учитывать стоимость оборудования, его монтажа и обслуживания.

Экологические требования: Следует выбирать более экологически безопасные системы, где это возможно.

Требования нормативных документов: При выборе необходимо соблюдать требования национальных и международных стандартов и правил пожарной безопасности [3].

Перспективы развития технологий пожаротушения масляных трансформаторов

В настоящее время проводятся активные исследования и разработки новых технологий пожаротушения масляных трансформаторов, включая:

- **Использование нанотехнологий:** Наночастицы могут быть добавлены в огнетушащие вещества для повышения их эффективности.
- **Разработка более эффективных пен:** Новые типы пен могут обеспечивать лучшую изоляцию и снижать экологический ущерб.
- **Усовершенствование водяного распыления:** Разработка систем, обеспечивающих более мелкодисперсное распыление и снижающих расход воды.
- **Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА):** БПЛА могут использоваться для обнаружения и тушения пожаров в труднодоступных местах.
- **Внедрение систем искусственного интеллекта:** ИИ может использоваться для управления АУПТ и оптимизации процесса тушения.

Вывод

Обеспечение пожарной безопасности масляных трансформаторов представляет собой задачу первостепенной важности, требующую комплексного и многостороннего подхода [4, с. 139]. Выбор наиболее подходящей автоматической установки пожаротушения (АУПТ)

является определяющим фактором для оперативного подавления возгорания на начальной стадии. Проведенный анализ продемонстрировал, что каждый из представленных типов АУПТ обладает индивидуальным набором преимуществ и ограничений. При выборе АУПТ необходимо учитывать специфические условия эксплуатации и факторы, оказывающие влияние на эффективность процесса тушения. Дальнейшее развитие технологий пожаротушения масляных трансформаторов будет способствовать повышению уровня безопасности и снижению вероятности возникновения пожаров.

Литература

1. Абросимов Ю.Г., Иванов А.И., Качалов А.А. и др. Гидравлика и противопожарное водоснабжение: Учебник. – М: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 391 с. – Текст: непосредственный.
2. ГОСТ Р 50680-94. Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006830> (дата обращения 28.12.2024). – Текст: электронный.
3. РД 34.15.109-91. Рекомендации по проектированию автоматических установок водяного пожаротушения масляных силовых трансформаторов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200047679> (дата обращения 20.12.2024). – Текст: электронный.
4. Грунин В.К. Пожарная безопасность электроустановок: учеб. пособие / В.К. Грунин, П.В. Рысев, В.К. Федоров. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – 139 с. – Текст: непосредственный.

NASIROV Azat Nasipovich

Student, Ufa State University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology
at Ufa State University of Science and Technology,
Candidate of Technical Sciences Yelizarieva Elena Nikolaevna*

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS FOR OIL TRANSFORMERS: COMPARATIVE ANALYSIS AND PROSPECTS

Abstract. *This scientific paper is devoted to the study of the functional effectiveness of various types of automated fire extinguishing systems (AUPT) used to protect oil transformers. As part of the study, a comparative analysis of existing AUPT was carried out, including water spraying, foam and gas fire extinguishing systems, as well as combined solutions. Their advantages and disadvantages are analyzed, and the parameters influencing the effectiveness of fire extinguishing processes are determined. In the final part of the study, recommendations are presented on choosing the optimal AUPT based on specific operating conditions and future directions for the development of fire extinguishing technologies for oil transformers are formulated.*

Keywords: *fire safety, fire fighting, automatic fire extinguishing systems, fire extinguishing systems, oil transformers, electrical equipment, energy infrastructure, fire risk.*

НАСЫРОВ Азат Насипович

студент, Уфимский государственный университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского государственного университета науки и технологий,
кандидат технических наук Елизарьева Елена Николаевна*

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО «БЕЛОРЕЦКИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СЕТИ» С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются мероприятия по совершенствованию пожарной безопасности объекта энергетического комплекса ПО «Белорецкие энергетические сети» путем внедрения мобильных роботизированных установок пожаротушения (МРУП). Проведен анализ текущей ситуации, обоснована целесообразность применения МРУП, предложен комплекс мер по их интеграции, включая выбор оборудования, определение мест дислокации и обучение персонала. Сделан вывод о повышении эффективности пожаротушения и безопасности персонала.

Ключевые слова: пожарная безопасность, энергетический комплекс, мобильные роботизированные установки пожаротушения (МРУП), пожаротушение, пожарная сигнализация, автоматизация, Белорецкие энергетические сети.

Введение

Современные энергетические комплексы представляют собой сложные объекты с высокой концентрацией потенциальных источников возгорания. Обеспечение их пожарной безопасности является первостепенной задачей, от которой зависит надежность электроснабжения регионов и безопасность персонала. Объекты производственного объединения «Белорецкие энергетические сети» (ПО «БЭС»), как и большинство подобных предприятий, характеризуются наличием высоковольтного оборудования, больших территорий, труднодоступных участков и опасных веществ. Традиционные методы пожаротушения не всегда способны оперативно и эффективно справиться с возгораниями в таких условиях [5, с. 322].

В связи с этим, актуальным становится внедрение инновационных технологий, таких как мобильные роботизированные установки пожаротушения (МРУП).

Данная статья посвящена разработке мероприятий по совершенствованию пожарной безопасности объекта энергетического комплекса ПО «БЭС» путем интеграции МРУП в существующую систему противопожарной защиты. В статье будут рассмотрены преимущества применения МРУП, проведен анализ текущего

состояния пожарной безопасности на объекте, а также предложен комплекс мероприятий по внедрению и эффективной эксплуатации МРУП.

Актуальность и проблематика

Объекты энергетического комплекса ПО «БЭС» имеют ряд особенностей, повышающих риск возникновения пожаров:

- **Наличие высоковольтного оборудования:** Трансформаторы, коммутационные аппараты и распределительные устройства являются потенциальными источниками возгорания из-за коротких замыканий, перегрева или повреждения изоляции.
- **Большие площади и сложные конфигурации:** Кабельные трассы, трансформаторные подстанции, открытые распределительные устройства занимают значительные территории, что может затруднить оперативное обнаружение и тушение пожара.
- **Труднодоступные участки:** Кабельные туннели, узкие проходы и высотные конструкции затрудняют доступ пожарных расчетов и требуют применения специальных средств тушения.
- **Наличие горючих материалов:** Трансформаторное масло, кабельная изоляция, горючие жидкости и смазочные материалы

способствуют быстрому распространению огня.

- **Риск вторичных пожаров:** Горение трансформаторного масла может вызвать взрыв и вторичные возгорания [1, с. 70].

Существующие системы пожарной защиты, как правило, включают в себя стационарные системы (спринклерные установки, дренчерные системы), ручные средства пожаротушения и автоматическую пожарную сигнализацию. Однако они могут быть недостаточно эффективными в условиях быстрого распространения огня, труднодоступности или высокой интенсивности возгорания. В связи с этим, внедрение МРУП, обладающих мобильностью, маневренностью и возможностью дистанционного управления, является перспективным решением [3, с. 416].

Преимущества использования мобильных роботизированных установок пожаротушения (МРУП)

МРУП представляют собой современное средство пожаротушения, обладающее рядом значительных преимуществ:

1. **Оперативность реагирования:** МРУП могут быть оперативно доставлены к месту пожара и приступить к тушению в кратчайшие сроки, что позволяет минимизировать ущерб от огня.

2. **Маневренность и проходимость:** МРУП способны перемещаться по труднодоступным участкам, узким проходам, преодолевать препятствия, что повышает эффективность тушения в сложных условиях.

3. **Дистанционное управление:** МРУП управляются дистанционно, что позволяет исключить необходимость присутствия людей в опасной зоне и снижает риск травмирования пожарных.

4. **Высокая эффективность тушения:** МРУП оснащены мощными лафетными стволами и могут подавать большие объемы огнетушащих веществ (вода, пена, порошок) на значительные расстояния, что обеспечивает быстрое подавление очага возгорания.

5. **Многофункциональность:** МРУП могут быть оснащены видеокамерами, тепловизорами и другими датчиками для проведения разведки пожара, оценки обстановки и контроля процесса тушения.

6. **Автономность:** МРУП могут работать автономно в течение определенного времени, что позволяет вести пожаротушение даже при

отсутствии внешних источников питания или воды [2, с. 38].

Мероприятия по внедрению МРУП на объекте ПО «Белорецкие энергетические сети»

Для успешной интеграции МРУП в систему пожарной защиты объекта ПО «БЭС» необходимо реализовать следующие мероприятия:

1. **Аудит пожарной безопасности:** Проведение комплексного аудита пожарной безопасности объекта с целью выявления потенциально опасных зон, анализа существующих систем пожаротушения и оценки их эффективности.

2. **Разработка сценариев пожаротушения:** Определение наиболее вероятных сценариев возникновения пожаров, разработка планов их локализации и ликвидации с учетом применения МРУП.

3. **Выбор типа МРУП:** Выбор типа МРУП, наиболее подходящего для конкретных условий эксплуатации объекта, с учетом его особенностей и потенциальных угроз (например, гусеничные или колесные МРУП, с различными типами огнетушащих веществ).

4. **Определение мест дислокации МРУП:** Разработка оптимальной схемы дислокации МРУП на территории объекта, обеспечивающей их оперативный доступ к любым участкам.

5. **Обучение персонала:** Проведение обучения персонала по эксплуатации МРУП, правилам их обслуживания и техники безопасности.

6. **Интеграция МРУП в систему пожарной сигнализации:** Интеграция МРУП в общую систему пожарной сигнализации объекта для автоматического оповещения и быстрого реагирования на пожар.

7. **Создание инфраструктуры:** Создание необходимой инфраструктуры для обслуживания МРУП (заправка огнетушащими веществами, зарядка аккумуляторов, техническое обслуживание).

8. **Разработка маршрутов движения:** Разработка маршрутов движения МРУП по территории объекта, включая основные и запасные пути.

9. **Проведение тренировок:** Проведение регулярных тренировок с использованием МРУП для отработки взаимодействия персонала и проверки готовности к ликвидации пожаров.

10. Регулярное техническое обслуживание: Обеспечение регулярного технического обслуживания МРУП для поддержания их в исправном состоянии [4, с. 82].

Вывод

Внедрение мобильных роботизированных установок пожаротушения является перспективным направлением для совершенствования пожарной безопасности объекта энергетического комплекса ПО «Белорецкие энергетические сети». Предложенный комплекс мероприятий позволит повысить эффективность системы противопожарной защиты, снизить риски возникновения пожаров и обеспечить надежную работу энергетической инфраструктуры. Необходимым условием успешного внедрения является комплексный подход, включающий в себя анализ текущей ситуации, разработку четкого плана действий, обучение персонала и регулярное техническое обслуживание.

Литература

1. Левин М.А. Пожарная безопасность электроустановок: краткий курс лекций для

студентов 3 курса специальности 20.05.01 Пожарная безопасность Пожарная безопасность / М.А. Левин. – Саратов: ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2015. – 70 с. – Текст: непосредственный.

2. Методические рекомендации по тактике применения наземных робототехнических средств при тушении пожаров [Текст]. – М.: МЧС России, ВНИИПО, 2015. – 38 с. – Текст: непосредственный.

3. Повзик Я.С. Пожарная тактика: М: ЗАО «Спецтехника», 2004. – 416 с. – Текст: непосредственный.

4. Пособие по технологии применения робототехнических комплексов для пожаротушения на объектах атомной энергетики [Текст]: метод. пособие / И.А. Гусев, М.В. Савин, И.А. Пеньков, М.В. Алешков. – М.: ВНИИПО, 2017. – 82 с. – Текст: непосредственный.

5. Теребнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожара. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с. – Текст: непосредственный.

NASIROV Azat Nasipovich

Student, Ufa State University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology at Ufa State University of Science and Technology,
Candidate of Technical Sciences Yelizarieva Elena Nikolaevna*

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE FIRE SAFETY OF THE BELORETSK ENERGY NETWORKS ENERGY COMPLEX FACILITY USING MOBILE ROBOTIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

Abstract. *The article discusses measures to improve the fire safety of the Beloretsk Energy Networks energy complex facility through the introduction of mobile robotic fire extinguishing systems (MPUs). The analysis of the current situation has been carried out, the expediency of using the MCI has been substantiated, and a set of measures for their integration has been proposed, including the selection of equipment, location determination, and staff training. It is concluded that fire extinguishing efficiency and personnel safety are improved.*

Keywords: *fire safety, energy complex, mobile robotic fire extinguishing systems (MRUS), fire extinguishing, fire alarm system, automation, Beloretsk power grids.*

ПРИПАДЧЕВ Алексей Дмитриевич

заведующий кафедрой, доктор технических наук, профессор,
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

ЗАЙНОГАБДЕНОВ Наиль Рифатович

студент, Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАДИОПРОЗРАЧНЫХ СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ОБТЕКАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

***Аннотация.** Данная статья посвящена совершенствованию качества изготовления радиопрозрачных стеклокерамических обтекателей летательных аппаратов. Обтекатели играют ключевую роль в обеспечении теплозащиты, эффективности системы наведения и радиопрозрачности. Рассмотрены методы улучшения таких характеристик материалов, как теплоизоляция, прочность, термостойкость, радиопрозрачность и устойчивость к воздействию факторов окружающей среды. В работе проведен анализ различных технологий обработки и изготовления стеклокерамических материалов, направленных на повышение их эксплуатационных характеристик. Выводы подчеркивают важность инновационных подходов и тщательного контроля качества на каждом этапе производства для достижения оптимальных результатов.*

***Ключевые слова:** радиопрозрачный обтекатель, летательные аппараты, радиолокационная система наведения, качество изготовления, стеклокерамика.*

Введение

Радиопрозрачный стеклокерамический обтекатель является важнейшим элементом конструкции летательного аппарата (ЛА), который значительно влияет на его аэродинамические характеристики и точность наведения на цель. Этот компонент должен соответствовать установленным требованиям для ЛА, включая минимальную массу при сохранении высокой прочности и надежности.

Обтекатели систем управления ЛА должны обладать широким набором радиотехнических свойств, таких как минимизация искажений и ослабления мощности электромагнитного излучения в заданном диапазоне частот. Кроме того, они выполняют защитную функцию, обеспечивая стабильную работу аппаратуры в условиях воздействия различных эксплуатационных факторов.

1. Условия эксплуатации и требования к головным обтекателям

Постоянное увеличение скорости и маневренности летательных аппаратов приводит к возрастанию аэродинамических нагрузок на их элементы и повышению температур на поверхности. Эти параметры варьируются в зависимости от класса аппарата, высоты и скорости

полета, достигая значений более 10 МПа и 3000°C.

Радиопрозрачный стеклокерамический обтекатель, защищающий антенну головки самонаведения от аэродинамического давления и перегрева, является важным компонентом современных ракет и высокоскоростных самолетов. Его влияние на пеленгующую моноимпульсную антенну существенно. Из-за такого обтекателя ошибки направления головки самонаведения могут быть значительно больше, чем ошибки свободной антенны, что способно снизить дальность действия на 20–50%. Угловой градиент ошибок в системе «антенна-обтекатель» оказывает серьезное влияние на контур самонаведения, создавая нестабильность из-за изменения параметров паразитной обратной связи при управлении поверхностями аппарата. Таким образом, радиолокационная система наведения накладывает строгие требования на обтекатель, который должен обеспечивать радиопрозрачность и минимально искажать электромагнитное поле в заданном рабочем диапазоне частот [1, с. 6-12].

Проблема сохранения стабильных радиотехнических характеристик обтекателей в различных частотных диапазонах усложняется

постоянным расширением спектра систем наведения. Во время полета обтекатели подвергаются интенсивным воздействиям окружающей среды, уровень которых зависит от скорости летательного аппарата. Например, с 1945 по 1955 годы максимальные скорости достигли 2 М, с 1955 по 1970 годы увеличились до 3-6 М, а в период с 1979 по 1985 годы – до 7-8 М. Сегодня скорость некоторых летательных аппаратов превышает 10 М. Основные

характеристики обтекателей зависят от их предназначения и условий эксплуатации. Разнообразие скоростей и высот полета требует стабильной работы системы «обтекатель-антенна» как при низких, так и при высоких температурах. Таблица отражает требования к летательным аппаратам различных классов, показывая, что на обтекатели воздействуют значительные тепловые потоки и аэродинамические силы [2].

Таблица

Эксплуатационные воздействия и радиотехнические требования к антенным обтекателям ЛА

Класс ЛА	Тепловой поток, МВт/м ²	Аэродинамический напор, МПа	Скорость нагрева, К/с	Максимальная температура поверхности, К	Время автономного полёта, с	Радиопрозрачность, %
В-В	0,210	0,5	100	1300	40...60	85
ЗУР	2,100	2,5	200	1600	50...70	80
П-В	4,200	5,0	400	>3300	40...60	85
В-П	1,300	1,5	100	1300...1800	300...400	80
БСРД	21...42	5,0	500	>3300	10...20	70
МБР	210	>10,0	700	>3300	10...30	70

Для поддержания заданной температуры газовой среды в носовом отсеке летательного аппарата, окружающей радиотехническое оборудование, материалы радиопрозрачных стеклокерамических обтекателей должны обладать выдающимися теплоизоляционными характеристиками. Это включает низкую теплопроводность, высокую прочность и устойчивость к экстремальным температурам.

Перевозка летательных аппаратов воздушного базирования (классов «В-В» и «В-П») на внешней подвеске самолета приводит к значительному износу обтекателей из-за воздействия пыли и дождя во время взлетов и посадок. Такое воздействие может изменять структуру стеклокерамики за счет истончения материала и накопления влаги в порах, что негативно влияет на радиотехнические свойства. Резкое охлаждение также может привести к разрушению обтекателя.

Материалы для стеклокерамических обтекателей должны выдерживать динамические, вибрационные, а также статические нагрузки на сжатие, растяжение, изгиб и скручивание. Они обязаны сохранять целостность при резких температурных перепадах, включая как небольшие изменения, так и резкие скачки температуры за короткое время. Дополнительно материалы должны быть устойчивы к воздействию высокоинтенсивного инфракрасного, акустического, ионизирующего и других видов

излучения, обеспечивая надежность работы в условиях автономного полета [3, с. 14-17].

На сверхзвуковых скоростях обтекатели подвергаются термоциклическим нагрузкам, которые создают дополнительные напряжения в конструкции аппарата. В связи с этим особую важность приобретают влагозащитные и антиэрозионные покрытия, параметры которых должны быть оптимально согласованы с учетом их диэлектрических характеристик, теплопроводности, термостойкости и коэффициента температурного линейного расширения.

На гиперзвуковых скоростях обтекатели испытывают интенсивную тепловую эрозию, что приводит к изменениям их радиотехнических и механических свойств. Поэтому при проектировании таких обтекателей необходимо учитывать влияние эрозии, выбирая материалы и прогнозируя их поведение в процессе эксплуатации.

Анализ требований, предъявляемых к радиопрозрачным стеклокерамическим обтекателям современных высокоскоростных летательных аппаратов, позволяет выделить их иерархический характер. Эти требования определяются свойствами материалов, технологией их изготовления и конструктивными особенностями обтекателя.

2. Методы вероятностного прогнозирования качества изготовления обтекателей

Производство изделий из стеклокерамики может сопровождаться возникновением

дефектов, таких как микротрещины и другие несплошности, возникающие на этапах формования, обжига и механической обработки. Кроме того, возможны неравномерности физико-технических свойств материала по высоте оболочки. Это подчеркивает необходимость создания комплексной системы контроля и испытаний, способной выявлять дефекты и анализировать причины их возникновения. Эффективность такой системы обеспечивается использованием методов вероятностного прогнозирования и статистического анализа.

Качество производственного процесса напрямую зависит от качества разработки и усилий, направленных на его улучшение. В этом контексте важную роль играет Статистический Контроль Производства (Statistical Process Control, SPC), который позволяет выявлять источники изменчивости и минимизировать их влияние на конечный результат [7].

Повышение качества радиопрозрачных стеклокерамических обтекателей (РПО) требует решения ряда ключевых задач: определения уровня качества, его оценки, сравнения и управления. Для этого необходимо поддерживать заданный уровень качества, обеспечивать уверенность в его достижении и гарантировать удовлетворение потребностей потребителей.

Статистические методы выступают важным инструментом в достижении этих целей. Опыт ведущих стран демонстрирует, что применение статистических методов управления качеством (SPC) способствует созданию высококачественной продукции. Эти методы позволяют не только контролировать качество готовых изделий, но и оценивать состояние технологического процесса, что дает возможность оперативно корректировать его и поддерживать стабильность.

Внедрение статистических методов в производство РПО особенно актуально в условиях широкой номенклатуры продукции и необходимости оперативной адаптации технологического процесса под выпуск различных типов обтекателей.

Выводы

Разработка обтекателей для ракетных систем с радиолокационной системой наведения представляет собой сложный процесс, требующий учета множества факторов. Основные требования к обтекателю включают радиопрозрачность и минимизацию искажений электромагнитного поля в заданном частотном

диапазоне. В условиях эксплуатации обтекатель подвергается воздействию тепловых потоков, аэродинамических сил и различных нагрузок, а также испытывает эрозию от пыли и дождя при взлетах и посадках.

Технология производства стеклокерамических обтекателей связана с риском появления специфических дефектов, таких как микротрещины и несплошности в материале, возникающие на этапах формования, обжига и механической обработки. Кроме того, возможно проявление неравномерностей физических и технических свойств материала по высоте оболочки. Это подчеркивает необходимость комплексной системы контроля и испытаний, которая позволит своевременно выявлять дефекты и определять их причины. Для обеспечения эффективности такой системы требуется использование методов вероятностного прогнозирования и статистического анализа.

Актуальной задачей управления качеством в условиях мелкосерийного производства радиопрозрачных обтекателей является разработка математической модели, позволяющей прогнозировать ожидаемый выход и себестоимость годной продукции, изготавливаемой в последовательной многооперационной технологической системе.

Литература

1. Русин М.Ю. Исследование технологии обеспечения радиотехнических характеристик радиопрозрачных обтекателей летательных аппаратов в условиях их разработки и производства. // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Сб. научных трудов Гос. аэрокосмич. Ун-та им П.Е. Жуковского (ХАИ). Х.: ХАИ, 2000. вып.22(5). С. 6-12.
2. Ромашин А.Г., Гайдачук В.Е., Карпов Я.С., Русин М.Ю. Радиопрозрачные обтекатели летательных аппаратов. // Учебн. Пособие. Харьков «ХАИ», 2003. 238 с.
3. Русин М.Ю. От технического задания на разработку – к экспорту обтекателей. // Наука производства. № 9-1999. С. 14-17.
4. Соловьёв В.И., Ахлестин Е.С., Сысоев Э.П. и др. Перспективы развития порошковой технологии. // Стекло и керамика, № 3 – 1986. С. 12-14.
5. Суздальцев Е.И. Синтез высокотермостойких, радиопрозрачных стеклокерамических материалов и разработка технологии изготовления на их основе обтекателей

летательных аппаратов. // Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. Обнинск, 2002. 431 с.

6. Русин М.Ю. Методика определения теплофизических характеристик керамических материалов для обтекателей радиоантенн летательных аппаратов // Вопросы проектирования

и производства конструкций летательных аппаратов: Сб. науч. трудов Гос. аэрокосмич. ун-та им. П.Е. Жуковского. Х.: «ХАИ», 2000. Вып. 20(3). С 45-54.

7. Никифоров А.Д. Управление качеством. // Учебн. Носobie. М.: Дрофа, 2004. 720 с.

PRIPADCHEV Alexey Dmitrievich

Professor, Doctor of Technical Sciences, Orenburg State University,
Russia, Orenburg

ZAYNOGABDENOV Nail Rifatovich

Student, Orenburg State University, Russia, Orenburg

TECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF MANUFACTURING OF RADIO-TRANSPARENT GLASS-CERAMIC FAIRINGS OF AIRCRAFTS

Abstract. *This article is devoted to improving the manufacturing quality of radio-transparent glass-ceramic aircraft fairings. Fairings play a key role in thermal protection, guidance system efficiency, and radio transparency. Methods of improvement of such characteristics of materials as thermal insulation, strength, thermal resistance, radio transparency and resistance to environmental factors are considered. The paper analyzes various processing and fabrication technologies for glass-ceramic materials aimed at improving their performance characteristics. The findings emphasize the importance of innovative approaches and careful quality control at each stage of production to achieve optimal results.*

Keywords: *radio-transparent fairing, aircraft, radar guidance system, manufacturing quality, glass-ceramic.*

ХУСАИНОВА Эльвира Фаритовна

студентка, Уфимский государственный университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского государственного университета науки и технологий,
кандидат технических наук Елизарьева Елена Николаевна*

**К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

Аннотация. В статье рассматривается вопрос совершенствования методов обеспечения безопасности труда. Подчеркивается, что техническое перевооружение производства само по себе не решает проблемы охраны труда, поскольку большинство происшествий связано с недостатками управления и невыявленными своевременно рисками. Отмечается важность системного подхода, включающего прогнозирование, идентификацию, снижение и управление производственными рисками. Конечная цель описанных подходов – создание безопасной, здоровой и устойчивой рабочей среды, которая не только предотвращает профессиональные травмы и заболевания, но и способствует повышению производительности и благополучию сотрудников.

Ключевые слова: безопасность, поведенческий аудит безопасности, безопасность труда, управление рисками, охрана труда.

На большинстве предприятий основное внимание уделяется условиям труда, тогда как проблемы безопасности труда невозможно решить только его техническим перевооружением. Большая часть производственных травм и несчастных случаев связана с недостатками в системе управления охраной труда, не выявленными вовремя организационными, конструктивными и техническими проблемами. Например, система поведенческого аудита безопасности обеспечивает не только решение этих проблем, но и способствует коренному улучшению управления охраной труда.

Обеспечение безопасности труда включает в себя ряд взаимосвязанных методов и практик, направленных на создание рабочей среды, свободной от опасных факторов и заботящейся о здоровье. По своей сути, это системный подход к прогнозированию, выявлению, смягчению рисков и управлению ими на рабочем месте. Центральное место в этом процессе занимают оценка и контроль опасностей, которые включают в себя распознавание потенциальных источников травм или вреда, таких как механические риски, химическое воздействие, эргономические проблемы или психо-социальные факторы стресса, и реализацию стратегий либо по их устранению, либо по снижению их воздействия до приемлемого уровня.

Основопологающим методом обеспечения безопасности труда является применение метода идентификации опасностей и оценки рисков (HIRA) [2, с. 83-85]. Этот процесс предполагает активный анализ рабочей среды, оценку задач, оборудования и процессов для выявления присущих им рисков. Используя такие инструменты, как анализ безопасности труда (JSA) или анализ дерева неисправностей (FTA), специалисты по безопасности могут систематически отслеживать потенциальные точки отказа и определять их волновые эффекты. После выявления опасностей меры контроля следуют иерархии, в которой приоритет отдается полному устранению источника опасности, замене опасных материалов или методов применения, внедрению технических средств контроля, таких как защитные барьеры или системы вентиляции, принятию административных мер контроля, таких как обучение и протоколы, и, в качестве последней линии обороны, оснащению работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ) [1, с. 11-16]. Такой многоуровневый подход обеспечивает избыточность механизмов безопасности.

Решающее значение для обеспечения безопасности труда имеет формирование культуры безопасности в организации. Это относится к внедрению сознания безопасности

среди руководства и сотрудников, подчеркивая общую подотчетность и упреждающее отношение к предотвращению рисков. Характеристики такой культуры включают открытое общение, при котором работники чувствуют себя комфортно, сообщая об опасностях, не опасаясь репрессий, и непрерывное обучение с помощью программ обучения и анализа инцидентов. Обучение технике безопасности играет здесь ключевую роль, поскольку оно дает работникам необходимые навыки и знания для уверенного и компетентного обращения с оборудованием, опасными веществами или в кризисных ситуациях. Обучение также развивается вместе с технологическими достижениями и изменениями в процессах на рабочем месте, гарантируя, что оно остается актуальным и эффективным.

Интеграция эргономики в безопасность труда – еще один важный метод, направленный на улучшение взаимоотношений между работником и окружающей средой. Проектируя рабочие станции, инструменты и рабочие процессы, соответствующие физиологии и возможностям человека, организации могут предотвратить заболевания опорно-двигательного аппарата и хронические травмы, возникающие в результате повторяющихся задач, неестественных поз или смещения рабочих мест. Наряду с эргономикой необходимо учитывать психическое и эмоциональное благополучие, поскольку психологический стресс, переутомление и эмоциональное выгорание являются новыми опасностями на рабочем месте. Такие меры, как регулирование рабочей нагрузки, перерывы, программы помощи сотрудникам и содействие гибкому режиму работы, помогают смягчить эти проблемы.

Технический прогресс еще больше усовершенствовал методы обеспечения безопасности труда за счет автоматизации и мониторинга в режиме реального времени. Автоматизация снижает участие человека в выполнении опасных задач, таких как обращение с токсичными веществами или работа в замкнутых пространствах, в то время как интеллектуальные системы, такие как датчики с поддержкой Интернета вещей, могут контролировать параметры окружающей среды, такие как качество воздуха, температура и влажность. Эти системы обеспечивают немедленное оповещение, когда условия становятся небезопасными, позволяя осуществлять превентивное вмешательство. Аналитика данных также играет ключевую

роль, предлагая информацию о повторяющихся инцидентах, позволяя сотрудникам службы безопасности прогнозировать и предотвращать потенциальные риски до того, как они приведут к реальному ущербу [3, с. 167-169].

Обеспечение соблюдения стандартов безопасности труда не подлежит обсуждению в рамках любой стратегии обеспечения безопасности. Организации должны привести свою практику в соответствие с национальными и международными нормативными рамками, такими как стандарты OSHA или ISO 45001, которые обеспечивают практические рекомендации по управлению безопасностью на рабочем месте [5, с. 214-242]. Соблюдение требований включает регулярные аудиты, инспекции и обновление протоколов безопасности для устранения новых рисков.

Конечная цель совершенствования методов обеспечения безопасности труда заключается в создании безопасной и устойчивой рабочей среды, которая не только предотвращает травмы и заболевания, но и повышает производительность и благополучие, признавая, что здоровье и безопасность работников являются как моральной ответственностью, так и стратегическим активом организаций. Общеприменимым методом является управление рисками [4, с. 75-78]. Выделяют следующие этапы управления рисками:

1. Идентификация опасности. Первым шагом является выявление всех возможных опасностей, которые могут нанести вред сотрудникам. Это может включать:

- механические опасности (например, неисправное оборудование);
- химические вещества (токсичные газы, пыль, жидкости);
- биологические опасности (бактерии, вирусы);
- эргономические факторы (неудобные рабочие позы, ручной труд);
- психосоциальные аспекты (стресс, конфликты, переутомление).

Для выявления опасностей часто используются наблюдения, инспекции на рабочих местах, беседы с персоналом и анализ инцидентов.

2. Оценка рисков и управление ими. После идентификации проводится количественная и качественная оценка риска. Используются следующие инструменты:

- метод HAZOP (опасность и работоспособность): анализирует возможные отклонения от нормального рабочего процесса;

- FMEA (анализ режима отказа и последствий): оценивает последствия и вероятность системных сбоев;

- матричный метод оценки рисков: ранжирование рисков по вероятности их возникновения и их потенциальным последствиям.

Полученные результаты используются для установления приоритетов их устранения или контроля.

3. Меры контроля при проектировании. После оценки рисков средства контроля внедряются в соответствии с иерархией:

- устранение: по возможности, полностью устраните риск (например, замените опасный процесс более безопасным);

- замена: используйте материалы или методы, которые менее вредны (например, замените токсичные вещества менее вредными);

- инженерный контроль: внедрение средств защиты, таких как ограждения, выхлопные системы или автоматизация опасных процессов;

- административный контроль: организуйте рабочее время, инструкции, обучение или графики, которые сводят к минимуму воздействие на работников;

- использование СИЗ: применение касок, респираторов, защитных очков, перчаток и других средств индивидуальной защиты.

4. Обучение и осведомленность. Важно, чтобы сотрудники были не только хорошо информированы о потенциальных рисках, но и обучены правильным действиям в случае возникновения опасности. Это достигается за счет:

- регулярные собрания;
- проведение тренировок, например, по пожарной эвакуации;

- разработка четких процедур реагирования на чрезвычайные ситуации.

5. Мониторинг и анализ инцидентов. Мониторинг рабочих процессов и анализ несчастных случаев являются ключевыми элементами постоянного совершенствования системы безопасности. После любого инцидента его причины должны быть детально изучены (например, с использованием анализа первопричин, RCA) и разработан план предотвращения подобных ситуаций.

6. Системы управления охраной труда. Интеграция методов обеспечения безопасности в

единые системы менеджмента (например, ISO 45001) улучшает координацию, контроль рисков и подотчетность. Эти стандарты обеспечивают основу для постоянного улучшения безопасности и охраны здоровья работников.

7. Создание культуры безопасности. Эффективная охрана труда невозможна без развития корпоративной культуры безопасности, при которой сотрудники всех уровней осознают свою роль в обеспечении безопасности. Сюда входят:

- поддержка со стороны руководства;
- открытое общение по вопросам охраны труда;

- признание и поощрение безопасного поведения;

- заключение.

Комплексный подход к охране труда, основанный на постоянном анализе, внедрении эффективных мер и развитии культуры безопасности, сводит к минимуму вероятность несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В современном мире успех в области охраны труда напрямую связан с внедрением инноваций, использованием данных и активным взаимодействием всех участников рабочего процесса.

Литература

1. Бахонина Е.И. Особенности обеспечения работников СИЗ в Российской Федерации и зарубежных странах / Е.И. Бахонина, Г.Л. Матузов, В.А. Каримова // Безопасность жизнедеятельности. – 2022. – № 6(258). – С. 11-16.

2. Буркина О.М. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска на предприятии / О.М. Буркина // Наука и общество в современных условиях. – 2016. – № 1(4). – С. 83-85.

3. Галкина Ю.С. Оценка потенциальных опасностей производственных процессов / Ю.С. Галкина // Научный Лидер. – 2022. – № 51(96). – С. 167-169.

4. Кострыкина Ю.В. Сравнение технологий оценки риска и анализа опасности работ / Ю.В. Кострыкина, А.М. Завьялов // Проблемы безопасности российского общества. – 2022. – № 3(39). – С. 75-78.

5. Кузнецова Е.А. Сравнительный анализ моделей государственного управления охраной труда / Е.А. Кузнецова // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2020. – № 4. – С. 214-242.

KHUSAINOVA Elvira Faritovna

Student, Ufa State University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology
at Ufa State University of Science and Technology,
Candidate of Technical Sciences Yelizarieva Elena Nikolaevna*

ON THE ISSUE OF IMPROVING THE METHODS OF ENSURING OCCUPATIONAL SAFETY

Abstract. *The article discusses the issue of improving the methods of ensuring occupational safety. It is emphasized that the technical re-equipment of production by itself does not solve the problems of occupational safety, since most incidents are associated with management deficiencies and risks that were not identified in a timely manner. The importance of a systematic approach, including forecasting, identification, reduction and management of production risks, is noted. The ultimate goal of these approaches is to create a safe, healthy, and sustainable work environment that not only prevents occupational injuries and illnesses, but also enhances employee productivity and well-being.*

Keywords: *safety, behavioral safety audit, occupational safety, risk management, labor protection labor protection.*

ХУСАИНОВА Эльвира Фаритовна

студентка, Уфимский государственный университет науки и технологий,
Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского государственного университета науки и технологий,
кандидат технических наук Елизарьева Елена Николаевна*

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА РЕЗЧИКА НА ПИЛАХ,
НОЖОВКАХ И СТАНКАХ**

Аннотация. В статье рассматривается вопрос обеспечения безопасных условий труда резчика на пилах, ножовках и станках. Наибольшее количество микротравм вызваны травмированием рук об острые края металлической стружки. Рекомендуется использовать при уборке стружки, специальное приспособление – магнитный стружкосборщик. В целях снижения риска травмирования отлетающими частями деталей, инструмента, стружки, брызг смазочно-охлаждающей жидкости предлагается дополнить выдаваемые защитные очки закрытого типа лицевым щитком.

Ключевые слова: безопасность, условия труда, магнитный стружкосборщик, охрана труда, лицевые щитки.

Актуальность обеспечения безопасности труда при обработке металлов обусловлена повышенными рисками травматизма и воздействия вредных производственных факторов, связанными со спецификой производственных процессов. По данным Роструда за 2023 год воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и т. д. привело к 1 007 несчастным случаям или 21% общего числа несчастных случаев. В связи с вышесказанным, темы выпускной квалификационной работы является значимой [4, 5].

Безопасность на рабочем месте регламентирована нормативно-правовыми актами и может быть обеспечена только в том случае, если сотрудники должным образом обучены распознавать опасности, соблюдать требования безопасности и правильно использовать оборудование [1, 2, 3]. Программы обучения могут включать:

- общий инструктаж по технике безопасности для новых сотрудников;
- специализированное обучение по конкретным видам опасностей на рабочих местах;
- обучение действиям в чрезвычайных ситуациях (например, пожарные учения, оказание первой помощи);
- обновления об изменении правил или практики.

Предоставление сотрудникам знаний и навыков, необходимых для безопасной работы, – это проактивный подход, который сокращает количество инцидентов и готовит работников к непредвиденным рискам.

Несчастные случаи, близкие к промахам и небезопасное поведение должны быть сообщены и расследованы, чтобы предотвратить повторение. Расследование инцидента включает в себя выявление коренных причин и способствующих факторов, чтобы понять, как произошло опасное событие. Собранная информация используется для усиления контроля опасностей, предоставления дополнительного обучения или пересмотра политик на рабочем месте.

Анализ условий труда на рабочем месте резчика на пилах, ножовках и станках показывает, что серьезной проблемой является наличие на рабочем месте металлической стружки и опилок, т. к. наибольшее количество микротравм вызваны травмированием рук об острые края металлической стружки. Витая и сыпучая стружка с ее острыми, колючими и цепляющимися поверхностями, легко может повредить защитные перчатки и ранить при контакте. Поэтому, лучше этого контакта не допускать и использовать при уборке стружки, специальное

приспособление - магнитный стружкосборщик.

Магнитный стружкосборщик предотвращает травмирование рук, острыми краями стружки в процессе уборки

металлообрабатывающих станков. (сверлильные станки, токарные станки, фрезерные станки, ленточнопильные станки, фаскосниматели и кромкорезы). Внешний вид одного из них представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Магнитный стружкосборщик для уборки стружки и мелких частиц металла Euroboor MAGICSTICK

Для сбора металлической стружки или мелкого крепежа, достаточно разместить рабочую часть магнитного стружкосборника в непосредственной близости к собираемым предметам или стружке. Под воздействием магнитного поля, создаваемого мощными неодимовыми магнитами, стружка прилипнет к рабочей части стружкосборщика. Примечание: длину рабочей части можно регулировать, сдвигая резиновое кольцо по трубке. Затем, примагнитенные предметы или стружка размещается над контейнером и вытягивается шток стружкосборщика, за удобную резиновую рукоятку. Металлические предметы или стружка будет скользить по рабочей части, упрутся в резиновый отсекающий элемент и упадут в контейнер. Процесс уборки металлической стружки или мелких предметов, с использованием магнитного стружкосборника, довольно простой и не требует специальной квалификации. Так же, удобно использовать стружкосборщик при очистке рабочей одежды от налипшей стружки после выполнения работ.

За счет тонкой и длинной рабочей части стружкосборщик предотвращает накопление отходов стружки в труднодоступных пазах, закрытых полостях и других частях металлообрабатывающих станков. Где накопление пылеобразной стружки способствует неправильной работе оборудования и износу. Смешиваясь со смазочно-охлаждающей жидкостью или машинным маслом, металлическая стружка коксуется и забивает технологические отверстия и пазы. Также металлическая стружка, препятствует обеспечению визуальной ревизии частей и механизмов станка.

В целях снижения риска травмирования отлетающими частями деталей, инструмента, стружки, брызг смазочно-охлаждающей жидкости можно дополнить выдаваемые защитные очки закрытого типа лицевым щитком. Щиток применяется для работы со всеми моделями очков. Пример внешнего вида представлен на рисунке 2. Щиток из поликарбоната надежно крепится к очкам, защищая лицо от летящих частиц и брызг расплавленного металла.



Рис. 2. Очки защитные с щитком

Современные лицевые щитки – это надежное средство защиты рабочего от различных повреждений, с которыми можно столкнуться в процессе трудовой деятельности. Благодаря использованию исключаются попадания в область лица таких предметов, как горячие искры, брызги неокислотных жидкостей, твердых частиц, химикатов, кислот, щелочей.

Таким образом, при внедрении предложенных мероприятий, возможно, снижения риска получения работником микротравм и производственных травм.

Литература

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения 17.12.2024). – Текст: электронный.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 26.12.2024)

– URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 28.12.2024). – Текст: электронный.

3. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ (последняя редакция). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 31.05.2022). – Текст: электронный.

4. Отчет о деятельности федеральной службы по труду и занятости за 2023 г. – URL: https://rostrud.gov.ru/upload/iblock/c0a/otchet-rostrud-2023_web.pdf.

5. Информация о работе технической инспекции труда профсоюзов в 2023 году. – URL: https://fnpr.ru/upload/iblock/b50/%D0%98%D0%9D%D0%A4%D0%9E%D0%A0%D0%9C%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF%20%D0%9E%20%D0%A0%D0%90%D0%91%D0%9E%D0%A2%D0%95%20%D0%A2%D0%98%D0%A2_2023%20%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%93.pdf

KHUSAINOVA Elvira Faritovna

Student, Ufa State University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology
at Ufa State University of Science and Technology,
Candidate of Technical Sciences Yelizarieva Elena Nikolaevna*

ENSURING SAFE WORKING CONDITIONS FOR THE CARVER ON SAWS, HACKSAWS AND MACHINE TOOLS

Abstract. *The article discusses the issue of ensuring safe working conditions for a carver on saws, hacksaws and machine tools. The largest number of microtrauma is caused by injury to the hands on the sharp edges of metal shavings. It is recommended to use a special device - a magnetic chip collector - when cleaning shavings. In order to reduce the risk of injury from flying parts of parts, tools, shavings, and splashes of coolant, it is proposed to supplement the issued closed-type safety glasses with a face shield.*

Keywords: *safety, working conditions, magnetic chip collector, labor protection, faceplates.*

Актуальные исследования

Международный научный журнал

2025 • № 2 (237)

Часть I

ISSN 2713-1513

Подготовка оригинал-макета: Орлова М.Г.

Подготовка обложки: Ткачева Е.П.

Учредитель и издатель: ООО «Агентство перспективных научных исследований»

Адрес редакции: 308000, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135

Email: info@apni.ru

Сайт: <https://apni.ru/>

Отпечатано в ООО «ЭПИЦЕНТР».

Номер подписан в печать 21.12.2025г. Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40