

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Внедрение новых технологий в области ПБОТОС на промышленных предприятиях, включая использование цифровых инструментов и программного обеспечения

Обучающийся

А.А. оглы Акберов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., А.В. Краснов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Тема работы «Внедрение новых технологий в области ПБОТОС на промышленных предприятиях, включая использование цифровых инструментов и программного обеспечения».

В разделе «Анализ технологий в области ПБОТОС, применяемых на промышленных предприятиях» проводится анализ известных технологий, цифровых инструментов и программного обеспечения в области ПБОТОС, применяемых на промышленных предприятиях.

В разделе «Исследование новых технологий в области ПБОТОС» анализируются инновационные технологии в области ПБОТОС.

В разделе «Апробация программы автоматического контроля соблюдения сотрудниками правил ПБОТОС на промышленном предприятии» предлагаются к реализации программы автоматического контроля соблюдения сотрудниками правил ПБОТОС с использованием видеокамер.

В разделе «Охрана труда» производится оценка уровня профессиональных рисков на рабочих местах предприятия.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» разработан паспорт безопасности.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнена оценка эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Работа состоит из семи разделов на 65 страницах и содержит 19 таблиц и 1 рисунок.

Содержание

Введение	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Анализ технологий в области ПБОТОС, применяемых на промышленных предприятиях	9
2 Исследование новых технологий в области ПБОТОС	16
3 Аprobация программы автоматического контроля соблюдения сотрудниками правил ПБОТОС на промышленном предприятии	21
4 Охрана труда.....	31
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	39
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	46
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	50
Заключение	59
Список используемых источников.....	63
Приложение А Паспорт безопасности	66

Введение

Железнодорожный транспорт – это огромная энергетическая система, функционирование которой определяется слаженной работой тысяч работников различных специальностей, включая диспетчеров и машинистов локомотивов. В системе «человек – техническая система – производственная среда» человек является «слабым звеном», определяющее надежность и безопасность функционирования системы в целом.

Все это создает стрессовые ситуации, как в обществе в целом, так и для каждого человека. Конечно, помимо вышеперечисленных стрессов, важное место в деятельности человека-оператора занимает профессиональный стресс, который присутствует постоянно.

Автоматизация процессов является ключевым элементом в современных промышленных операциях, фундаментально преобразуя то, как предприятия управляют своими процессами. Определяемая как использование технологий для выполнения задач с минимальным вмешательством человека, автоматизация процессов охватывает ряд приложений от базовых функций управления до сложных операционных рабочих процессов.

Одним из наиболее существенных преимуществ автоматизации процессов является ее способность сокращать человеческие ошибки, которые являются основной причиной несчастных случаев и неэффективности в промышленных условиях.

Человеческие факторы, такие как усталость, отвлекающие факторы и различия в навыках, могут негативно влиять на эксплуатационные характеристики. Автоматизация снижает эти риски за счет использования передовых технологий, которые работают в рамках определенных параметров, тем самым поддерживая эксплуатационную целостность и безопасность. Кроме того, автоматизированные системы могут выполнять мониторинг и корректировки в реальном времени, что позволяет немедленно реагировать на отклонения от ожидаемых условий. Эта возможность имеет важное значение

для поддержания безопасной рабочей среды и обеспечения соответствия строгим нормативным стандартам.

Цель работы – повышение эффективности ПБОТОС за счёт мероприятий внедрения новых технологий, включая использование цифровых инструментов и программного обеспечения.

Задачи:

- выполнить анализ известных технологий, цифровых инструментов и программного обеспечения в области ПБОТОС, применяемых на промышленных предприятиях;
- представить описание различных технологий, результаты анализа достоинств и недостатков;
- представить результаты поиска и анализа инновационных технологий в области ПБОТОС, описать достоинства и недостатки;
- проанализировать проблемы и возможности внедрения новых технологий в области ПБОТОС на промышленных предприятиях;
- описать реализацию программы автоматического контроля соблюдения сотрудниками правил ПБОТОС с использованием видеокамер.
- определить уровни профессионального риска на рабочем месте;
- определить антропогенную нагрузку на окружающую среду;
- разработать паспорт безопасности объекта;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий.

Термины и определения

Опасность – «фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной травмы, острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья» [12].

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме [12].

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [12].

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» [12].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [12].

Оценка риска – «процесс анализа рисков, вызванных воздействием опасностей на работе, для определения их влияния на безопасность и сохранение здоровья работников» [12].

Профессиональный риск – «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при выполнении работником трудовых обязанностей или в иных случаях, установленных Трудовым кодексом Российской Федерации № 197-ФЗ, другими федеральными законами» [12].

Перечень сокращений и обозначений

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

АСУ – автоматизированная система управления.

АЦ – автомобильная цистерна.

ИИ – искусственный интеллект.

КИП – контрольно-измерительные приборы.

ОПО – опасный производственный объект

ОПФ – опасные производственные факторы.

ОРО – объект размещения отходов.

ПАЗ – противоаварийная защита.

ПБ, ОТ и Э – производственная безопасность, охрана труда и экология.

ПБОТОС – промышленная безопасность, охрана труда и окружающая среда.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ПЛК – программируемый логический контроллер.

ППР – проекты производства работ.

ПЭК – производственно-экологический контроль.

РСУ – распределенная система управления.

СОЖ – смазочная опалубочная жидкость.

ТКО – твёрдые коммунальные отходы.

ТП – технологический процесс.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЭВМ – электронно-вычислительная машина.

ВИМ – информационная модель.

GPS – система глобального позиционирования.

HMI – инженерные решения, обеспечивающие взаимодействие человека-оператора с управляемыми им машинами.

KPI – ключевых показателей эффективности.

RFID – способ автоматической идентификации объектов.

SCADA – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте.

SIS – система безопасности.

VR – виртуальная реальность.

1 Анализ технологий в области ПБОТОС, применяемых на промышленных предприятиях

Исследуемое предприятие – Ноябрьская дистанция пути Свердловской дирекции ОАО РЖД.

Объект исследования – система обеспечения промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды на реконструированном опасном производственном объекте – котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД.

В соответствии с техническим заданием на разработку проектной и рабочей документации на строительство включает в себя следующие работы:

- строительство подземного резервуара $3 \times 10 \text{ м}^3$;
- строительство площадки под слив с АЦ;
- перенос теплотрассы;
- устройство сетей электроснабжения и связи;
- строительство подземной емкости для сбора ливневых вод;
- строительство автодороги;
- благоустройство территории.

Для соблюдения сроков, установленных в календарном плане строительства, выполнение работ в каждом этапе осуществляется в следующей последовательности:

- организационно-техническая подготовка строительства;
- подготовительный период;
- основной период;
- завершающий период.

В подготовительный период необходимо выполнить следующее:

- обеспечить стройку проектно-сметной документацией;
- оформить финансирование строительства;
- заключить договор подряда;

- заказчик до начала работ должен оформить и передать подрядной организации разрешение и допуск на производство работ.

До начала строительных работ Заказчиком, Подрядчиком и заинтересованными организациями должны составляться протоколы взаимного согласования, в которых необходимо указывать:

- даты и время производства работ;
- мероприятия по охране труда при производстве работ;
- последовательность и технологию производства работ;
- фамилии ответственных руководителей и производителей работ;
- организационные мероприятия по подготовке, выполнению и завершению работ.

При подготовке к строительству инженерно-технический персонал должен изучить проектно-сметную документацию, детально ознакомиться с условиями строительства. Должны быть разработаны проекты производства работ (ППР) для каждого из указанных в данном разделе пунктов, основой для них являются рабочие чертежи и привязанные к местным условиям типовые технологические карты на все виды работ.

Строительно-монтажные работы должны выполняться по типовым технологическим картам, а также в соответствии с техническими условиями и требованиями СНиП.

В основном периоде строительства предусматривается выполнение ниже перечисленных работ:

- а) подготовка территории для строительства здания:
 - 1) защита существующих коммуникаций на территории площадки строительства,
 - 2) демонтаж электросетей,
 - 3) демонтаж теплопроводной трассы;
- б) строительно-монтажные работы:
 - 1) земляные работы,
 - 2) бетонирование монолитных железобетонных фундаментов,

- 3) монтаж резервуаров,
 - 4) монтаж подземных емкостей,
 - 5) устройство бетонной площадки,
 - 6) подведение коммуникаций;
- в) благоустройство территории: строительство внутриплощадочной подъездной асфальтобетонной дороги.

Зона выполнения работ огораживается сигнальной лентой и вывешиваются плакаты безопасности надписью в сторону стройплощадки.

Опасные зоны должны быть обозначены предупредительными знаками, а в ночное время освещены.

Режимы труда и отдыха работников линейных бригад, занятых на выполнении всех видов работ, определяются правилами внутреннего трудового распорядка предприятия в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

Рабочее время и время отдыха регламентируется в соответствии с требованиями Трудового кодекса РФ (ст. 91-128) [12].

Режим труда и отдыха отражается в регламентированном графике выходов на работу в течение недели, месяца, года [1].

Графики ежедневной работы, «время начала работы каждой смены, начала и окончания обеденного перерыва, окончания работы каждой смены и другие вопросы регламентации труда и отдыха на производстве отражаются в правилах внутреннего трудового распорядка, которые утверждаются в установленном порядке» [1].

Продолжительность обеденного перерыва 30-60 минут, в середине рабочего дня с отклонением не более 1 часа

Годовой режим работы и отдыха обеспечивается выполнением суточных и месячных режимов, а также представлением работникам отпуска установленной законом продолжительности.

«Для проектируемого объекта предусматривается уровень

автоматизации, при котором обеспечивается безаварийная работа в условиях нормальной эксплуатации без постоянного присутствия обслуживающего персонала, либо с периодическим присутствием персонала в период обслуживания технологического оборудования, КИП и устройств системы автоматизации» [1].

«Контроль и управление технологическими процессами проектируемых объектов осуществляется по месту и из операторной с пультов управления. По месту осуществляются пусковые операции с наблюдением за параметрами по местным приборам, управление ручными задвижками и вентилями. Из операторной осуществляется дистанционный контроль и управление технологическими процессами» [2].

«За соблюдением требований промышленной безопасности на объектах Общества осуществляется производственный контроль» [1] (внутренние проверки). Он является обязательным элементом системы управления, обеспечивающим постоянное наблюдение за изменениями и своевременное принятие необходимых корректирующих и предупреждающих действий.

В целях устранения выявленных нарушений, заместителем главного инженера по ПБ, ОТ и Э, совместно с руководителями подразделений, в которых проводилась проверка, разрабатывается план мероприятий по устранению нарушений, где указываются сроки и лица, ответственные за устранение нарушений. Планы мероприятий согласовываются с руководителями заинтересованных подразделений и утверждаются главным инженером и вводятся приказом по ОАО РЖД.

Общее руководство работами по организации производственного контроля на ОПО возложено на генерального директора Общества. На главного инженера возлагается контроль за внедрением требований законодательства в области промышленной безопасности, осуществлением производственного контроля руководителями и специалистами на всех стадиях существования ОПО.

Сведения об организации производственного контроля представляются

в управление Ростехнадзора ежегодно до 1 апреля.

«Ежегодно в ОАО РЖД выполняется анализ охраны труда и технологической безопасности с целью получения статистических данных о состоянии травматизма и аварийности в ОАО РЖД и разработки перечня мероприятий по их предупреждению» [2].

«Анализ доводится до сведения инженерно-технических работников предприятия на итоговом совещании по охране труда и промышленной безопасности у главного инженера» [2].

В данном исследовании изучим шесть параметров, связанных с измерением физической среды. Все изученные факторы физической среды связаны с помещениями в здании, и их необходимо поддерживать соответствующим образом, чтобы обеспечить безопасность и гигиену труда всех работников.

На воздух в помещении здании котельной часто влияют система кондиционирования воздуха и система циркуляции воздуха. Хорошее качество воздуха в помещении необходимо каждому сотруднику, который ставит здоровую среду в помещении на первое место для улучшения своего комфорта. По словам Каснави и Фатализаде, есть две наиболее часто сообщаемые жалобы на качество воздуха в помещении, а именно дискомфорт и болезни. Исследование Ахмада и Хассима показало, что плохое качество воздуха тесно связано с эксплуатацией и обслуживанием системы кондиционирования воздуха. Существует четыре подпараметра качества воздуха в помещении, а именно температура, относительная влажность, скорость потока воздуха в вентиляции и запах.

Освещение имеет жизненно важное значение для факторов безопасности и здоровья в физической среде рабочих на работе. Ненадлежащее освещение (например, тусклое или яркое) повлияет на здоровье или безопасность рабочих в здании. Работники столкнутся с дискомфортом глаз, близорукостью или слезотечением, вызванными работой на рабочем месте с недостаточным освещением или ярким светом. Кроме того,

недостаточное освещение также может привести к несчастным случаям, особенно для рабочих, которые выполняют высокоопасные работы, такие как обслуживание тепло- и электрических систем. Более того, риск поскользновения, спотыкания и падения также является следствием недостаточного освещения.

Уровень шума. Два основных фактора часто вызывают проблемы с шумом в здании котельно, первый из которых – работа систем обслуживания здания, таких как системы кондиционирования воздуха чиллерного типа, системы водяных насосов и резервное питание. Уровень дискомфорта для взрослых от звука составляет от 85 до 95 дБА, а уровень боли – от 120 до 140 дБА. Максимальная интенсивность звука, которую человеческое ухо может воспринимать непрерывно без повреждения слуха, находится в диапазоне от 90 дБА до 100 дБА.

Аспект чистоты часто воспринимается как должное и не получает серьезного внимания, в результате чего уровень чистоты зоны или части здания оказывается весьма вредным. Эффективные гигиенические практики играют важную роль в охране труда, а также в обеспечении безопасного рабочего места. Несчастные случаи легко могут произойти, если пренебречь чистотой на рабочем месте, например, пожар, поскользновение, спотыкание, падение, что приводит к смерти, травмам и повреждению имущества предприятия. Кроме того, заболевания также легко могут быть вызваны низким уровнем гигиены из-за размножения бактерий, роста грибов в помещениях [9].

Согласно исследованиям, высокая производительность труда может быть достигнута только в том случае, если рабочая среда является удовлетворительной. Хорошо спроектированное рабочее пространство может значительно повысить производительность, минимизируя отвлекающие факторы и предоставляя необходимые ресурсы для эффективной работы. Это включает в себя доступ к передовым технологиям. Более того, поддерживающая культура на рабочем месте, которая ценит и признает вклад

сотрудников, еще больше повышает производительность.

Безопасность и гигиена труда делится на три основных компонента: физиологический, психологический и экологический.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что плохое качество воздуха в помещении, недостаточная вентиляция и другие факторы окружающей среды могут способствовать возникновению заболеваний, проявляющегося в виде головных болей, заложенности носа, заложенности груди, сухости кожи, усталости. На воздух в помещении здания котельной часто влияют система кондиционирования воздуха и система циркуляции воздуха. Хорошее качество воздуха в помещении необходимо каждому сотруднику, который ставит здоровую среду в помещении на первое место для улучшения своего комфорта.

Освещение имеет жизненно важное значение для факторов безопасности и здоровья в физической среде рабочих на работе. Регулярный мониторинг и техническое обслуживание систем жизнеобеспечения, обеспечение доступа к естественному освещению и создание эргономичных рабочих пространств являются важнейшими стратегиями для поддержания здоровья сотрудников.

2 Исследование новых технологий в области ПБОТОС

Проведём исследование новых технологий в области ПБОТОС.

Основное внимание обратим на автоматизацию процессов, централизованный мониторинг безопасности процессов и визуализации информации об уровне безопасности для информирования работников.

«Среди цифровых технологий, используемых для предотвращения и профилактики травматизма на производстве, можно выделить следующие:

- технологии транспортной телематики, видеонаблюдения и видеоаналитики с использованием нейросетевых алгоритмов. Позволяют наблюдать и анализировать действия сотрудников, автоматически фиксировать нарушения технологических процессов и контролировать соблюдение правил техники безопасности с автоматической видеофиксацией установленных случаев и оповещением об этом сотрудников и лиц, осуществляющих контроль за их деятельностью. Могут использоваться для наблюдения за сотрудниками в условиях опасного производства или же за водителями при управлении транспортными средствами;
- технологии определения местоположения подвижных объектов (персонала и техники) в помещениях и на территориях, где отсутствуют сигналы спутниковых навигационных систем» [11]. В «зависимости от ситуации, вида отслеживаемых объектов и необходимой точности определения местоположения могут использоваться разные технологии и датчики, в том числе iBeacon, RFID, ультразвуковые датчики, Wi-Fi-роутеры» [11];
- «технологии VR (виртуальной реальности). Могут эффективно использоваться при обучении сотрудников выполнению опасных технологических процессов и охране труда. Предпосылками использования этих технологий является постепенное снижение стоимости оборудования VR, появление большого количества

- компаний, работающих в этой области, и разнообразного программного обеспечения. Основным преимуществом использования VR, по сравнению с обычными лекционными курсами и печатными материалами, является возможность моделирования опасных технологических процессов и возможных нештатных ситуаций в формате, максимально приближенном к реальным, но при этом не подвергая опасности обучающихся» [11];
- «технологии телемедицины. Позволяют осуществлять предсменный контроль состояния здоровья сотрудников. Эффективны для решения задач быстрого осмотра и допуска к работе большого количества сотрудников, исключения случаев сговора сотрудников с медицинским персоналом, минимизации затрат на содержание собственного медицинского персонала. При использовании носимого персонального оборудования технологии позволяют осуществлять онлайн-мониторинг параметров функционирования организма сотрудников в течение рабочего времени» [11].

«Наиболее востребованными на рынке в настоящее время являются технологии видеонаблюдения и видеоаналитики, транспортной телематики в связи с возможностью реализации самых различных задач контроля, объективностью результатов, постепенным снижением стоимости оборудования и появлением большого количества компаний, работающих в этой области» [11].

Автоматизированные системы работают с таким уровнем согласованности и точности, которого трудно достичь при одном лишь вмешательстве человека, что является достоинством технологии. Такая согласованность не только повышает производительность, но и повышает качество продукции и услуг, гарантируя, что организации смогут удовлетворять потребности клиентов и соблюдать отраслевые стандарты. Таким образом, автоматизация процессов становится важнейшим фактором обеспечения конкурентного преимущества во все более сложной и

требовательной промышленной среде [16].

Следует отметить, что понимание автоматизации процессов необходимо для повышения надежности и безопасности предприятий посредством эффективных методов инженерного управления. Определение и важность автоматизации подчеркивают ее актуальность для современных отраслей промышленности, особенно для снижения человеческих ошибок и повышения эффективности эксплуатации [17].

Недостатки технологии управления на основе моделей – «реализация управления на основе моделей требует глубокого понимания динамики системы, а также надежных методов моделирования для обеспечения точного представления процесса. Интеграция методов обратной связи при помощи автоматизированных систем управления вносит значительный вклад в повышение безопасности предприятия» [17].

«Используя управление с обратной связью, отрасли могут осуществлять мониторинг и корректировки в реальном времени, гарантируя, что процессы остаются стабильными и в пределах желаемых параметров. Прогнозное управление повышает эксплуатационные характеристики за счет прогнозирования изменений и обеспечения упреждающих вмешательств, в то время как управление на основе моделей обеспечивает более глубокое понимание динамики системы, облегчая разработку более эффективных стратегий управления. Вместе эти методы создают комплексную структуру управления, которая повышает эксплуатационную надежность, минимизирует риски и способствует формированию культуры безопасности в промышленных условиях» [19].

«В дополнение к этим методам управления, достижения в области технологий автоматизации еще больше усилили роль техники управления в повышении надежности и безопасности предприятий. Интеграция современных датчиков, аналитики данных и искусственного интеллекта (ИИ) в системы управления позволяет улучшить процессы мониторинга, диагностики и принятия решений» [18].

«Основная цель – разработать комплексную структуру в виде систем и панелей мониторинга безопасности в реальном времени, адаптированных для промышленных операций. Эти панели будут использовать расширенную аналитику данных для предоставления непрерывной информации в реальном времени о показателях безопасности и соответствии нормативным требованиям. Интегрируя данные из нескольких источников, включая датчики, журналы оборудования и отчеты об инцидентах, эти панели стремятся предложить целостное представление об уровне безопасности на промышленном объекте» [17].

Обновления в реальном времени имеют решающее значение для поддержания актуальности данных, позволяя оперативно принимать решения.

Нажатие на график частоты инцидентов может раскрыть дополнительные сведения об инцидентах, такие как их причины, места и действия, предпринятые в ответ.

Предлагается показания существующего газоанализатора типа Riken Keiki GD-A80V в помещении котельной вывести на экран визуализации перед входом в котельную с целью предотвращения входа работников в загазованную зону при аварии на системах газоснабжения котельной..

BIM – это мощный инструмент, позволяющий разрабатывать новые системы мониторинга и контроля безопасности, обновляя традиционную культуру безопасности до более интеллектуальной и эффективной. С помощью BIM потенциальные угрозы безопасности могут быть определены автоматически и вручную, а небезопасные зоны могут контролироваться комплексно и автоматически. Кроме того, BIM может быть интегрирован с другими инструментами и устройствами IoT для дальнейшего улучшения его функций.

Вывод по разделу.

В разделе изучалась разработка и внедрение панелей мониторинга безопасности в реальном времени в промышленных операциях, подчеркивая их значимость для повышения показателей безопасности и обеспечения

соответствия нормативным требованиям.

Основное внимание обратим на автоматизацию процессов, централизованный мониторинг безопасности процессов и визуализации информации об уровне безопасности для информирования работников.

В исследовании подчеркивается критическая роль сбора и интеграции данных, важность выбора соответствующих ключевых показателей эффективности (KPI) и необходимость интуитивно понятного дизайна пользовательского интерфейса и эффективных методов визуализации данных. Изучение архитектуры системы показывает, что для поддержки этих панелей необходима надежная, масштабируемая и безопасная инфраструктура.

В разделе установлено, что системы безопасности (SIS) играют решающую роль в автоматизации мер безопасности.

Определяемые как набор аппаратных и программных компонентов, которые работают вместе для реализации определенных функций безопасности, SIS предназначены для обнаружения опасных условий и принятия корректирующих мер для предотвращения аварий. Основная цель SIS – снизить риск инцидентов и гарантировать, что процессы протекают в безопасных пределах. Эта возможность необходима для управления безопасностью процесса и защиты как персонала, так и окружающей среды.

Показания газоанализатора типа Riken Keiki GD-A80V в помещении котельной вывести на экран перед входом в котельную.

3 Апробация программы автоматического контроля соблюдения сотрудниками правил ПБОТОС на промышленном предприятии

ПБОТОС в настоящее время в значительной степени полагается на ручное наблюдение для контроля безопасности, что может быть трудоемким и подверженным ошибкам. В этом исследовании предлагается автоматизированный подход к мониторингу безопасности, который объединяет систему предупреждения о предаварийном состоянии оборудования, приложения для отслеживания безопасности, ВІМ и облачную коммуникацию для улучшения управления безопасностью и снижения количества смертельных случаев.

Одним из основополагающих принципов техники управления является механизм управления с обратной связью. Управление с обратной связью включает в себя непрерывный мониторинг выходных данных системы и сравнение их с желаемым заданным значением. Если выходные данные отклоняются от этого заданного значения, предпринимаются корректирующие действия для возвращения выходных данных в приемлемые пределы. Этот принцип широко применяется в различных промышленных процессах, таких как регулирование температуры в химических реакторах, регулирование давления в трубопроводах и регулирование расхода в производственных системах. Эффективность управления с обратной связью заключается в его способности реагировать на изменения и нарушения в реальном времени, что позволяет выполнять динамические корректировки, повышающие стабильность и надежность процесса.

«Современные системы процессов управления предприятием значительно отличаются от прежних АСУ по их возможностям в части реализации функций управления, технологий функционирования, ориентированных непосредственно на управленческий персонал предприятия и базирующихся на выборе широкой номенклатуры технических средств, программных средств, информационных технологий» [11].

«Комплекс технических средств систем информации не требует создания специального помещения для вычислительного центра, а его размещение предусматривается в помещениях предприятия с постоянным температурно-влажностным режимом. Отсутствует также необходимость создания специальных подразделений по эксплуатации систем» [11].

«Программно-технические средства информации становятся неотъемлемой частью или основой технологии процессов управления предприятием (производством)» [11].

«В состав проектной документации на реконструкцию котельной исследуемого предприятия необходимо включить:

- решения, определяющие перечень и состав подсистем управления и информации;
- основные решения по структуре системы, информационной базе, комплексу технических средств;
- спецификации и перечни оборудования, приводимые на соответствующих чертежах (общая структурная схема управления, схема информационной увязки подсистем, структурная схема (планировка) комплекса технических средств)» [11].

«Указанные разработки выполняются с учетом результатов изучения работы систем предприятий – аналогов, материалов научных исследований и установленных для отрасли требований к уровню автоматизации производства» [11].

«Существующая производственная структура управления предприятием обеспечивает:

- рациональное распределение управленческих функций между структурными подразделениями;
- оперативность управления (кратчайшие сроки прохождения информации, подготовки, принятия и выполнения управленческих функций);
- простоту и экономичность системы управления» [11].

«Рабочие места специалистов и служащих оборудуются в соответствии с принятой специализацией выполняемых работ (функциям) и оснащаются для автоматизированных систем современной организационной и электронно-вычислительной техникой, персональными ЭВМ, оперативной и административно- хозяйственной связью, видеотерминалами» [11].

«Учитывая то, что часть имеющейся нормативной базы не в полной мере отвечает современному уровню создаваемых систем автоматизации, следует принимать требования ранее изданных нормативных документов лишь в качестве рекомендаций» [11].

Внедрение панели мониторинга безопасности в реальном времени в промышленных условиях подразумевает стратегический подход, который обеспечивает интеграцию технологий, процессов и людей.

Развертывание – это заключительный этап, на котором панель управления развертывается для всей организации. Этот этап включает в себя мониторинг производительности системы после развертывания и внесение любых необходимых корректировок для оптимизации функциональности и пользовательского опыта.

Это включает в себя разработку учебных программ и материалов для обучения пользователей интерпретации и действиям на основе представленных данных. Также предоставляется постоянная поддержка для решения вопросов или проблем пользователей.

В «соответствии с современными тенденциями управления взрывопожароопасными и сложными производственными объектами и требованиями Российских норм и правил, управление технологическими процессами осуществляется с применением АСУ ТП. Автоматизированная система управления технологическим процессом должна быть разделена на распределенную систему управления (PCY) и независимо работающую от неё систему противоаварийной защиты (ПАЗ)» [9].

«По способу информационного обмена структура АСУ ТП является иерархической, трехуровневой» [9]:

- «нулевой (нижний) уровень – полевые датчики и измерительные преобразователи технологических параметров, исполнительные механизмы и электрооборудование, оборудование, управляемое локальными АСУ;
- первый уровень – средства контроля и автоматического управления, включающие в свой состав программируемые логические контроллеры (ПЛК) подсистем РСУ и ПАЗ/СКЗ;
- второй уровень – уровень автоматизированного управления и визуализации состояния технологического процесса – включает в себя сервера, автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов, рабочие станции инженера АСУ ТП, рабочую станцию инженера КИП с предустановленным специализированным программным обеспечением» [1].

Схема размещения газоанализатора и щита защиты представлена на рисунке 1.

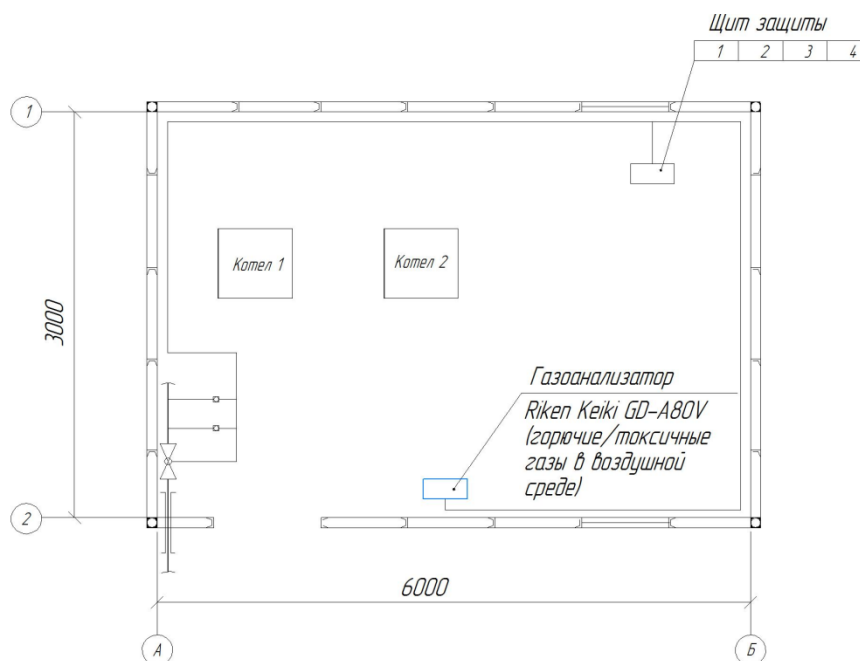


Рисунок 1 – Схема размещения газоанализатора и щита защиты

«Все применяемые полевые приборы внесены в Госреестр средств измерения Российской Федерации, имеют разрешение на применение Ростехнадзора и соответствуют требованиям технических регламентов Таможенного союза ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах», ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических устройств» [2].

«Для взрывоопасных объектов применяются приборы с видом взрывозащиты – искробезопасная электрическая цепь (Exia). При отсутствии приборов искробезопасного исполнения применяются приборы с видом взрывозащиты – взрывонепроницаемая оболочка (Exd)» [9].

«Для искробезопасных цепей (контуров) используются барьеры искрозащиты, которые входят в состав аппаратуры верхнего уровня АСУ ТП. Для невзрывоопасных объектов применяются приборы без взрывозащиты» [9].

«Все полевые датчики, кроме преобразователей температуры, оснащаются встроенными индикаторами» [9].

«Приборы комплектуются кабельными вводами для подключения небронированного кабеля в металлорукаве» [9].

«Применение ртутных переключателей (реле) или ртутных полевых приборов не допускается» [9].

Детали приборов, контактирующие с технологическими средами, выбраны устойчивыми к этим средам в рабочих условиях.

«Обеспечивается возможность тестирования измерительных приборов во время техобслуживания или через определенные интервалы времени без помех для эксплуатации установки» [9].

«В рамках стадии инженерной проработки предусматривается проектирование современной автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)» [9] установки в котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД.

«Аппаратная и операторная АСУ ТП размещаются во вновь проектируемом блоке вспомогательных помещений здания котельной» [9].

«Программно-технический комплекс АСУ построен на базе контроллеров и подсистемы ввода/вывода REGUL производства ООО «Прософт-Системы» [9].

«Датчики, отборные устройства и исполнительные механизмы размещаются на трубопроводах, аппаратах, емкостях. Кроссовые шкафы, контроллеры, рабочие станции устанавливаются в помещениях операторной и аппаратной» [16]. Наиболее часто используемые средства отображения информации располагаются в зоне наилучшей видимости, а наиболее часто используемые органы управления располагаются в зоне наилучшего доступа.

Способы и форма представления информации оперативному персоналу обеспечивают наименьшее время и наибольшую достоверность считывания и анализа этой информации. Сигнализация о возникновении нарушений в ходе технологического процесса и работы оборудования сопровождается мерцанием и изменением цвета переменных на экране дисплея и звуковой сигнализацией.

Надежная, масштабируемая и безопасная техническая архитектура необходима для поддержки панелей мониторинга безопасности в реальном времени. Организациям следует инвестировать в надежные решения для хранения данных, такие как облачные платформы, для обработки больших объемов данных. Обеспечение высокой доступности и избыточности в архитектуре системы может предотвратить простои и поддерживать возможности непрерывного мониторинга.

Предлагаемая интеллектуальная система управления безопасностью объединяет АСУ ТП в котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД, мобильное приложение на основе GPS с облачным BIM, что позволяет отслеживать рабочих в реальном времени с историческим отслеживанием. Функции веб-приложения позволяют контролировать поведение рабочих в реальном времени в отношении выявленных

небезопасных условий опасного объекта. Исследование демонстрирует возможности системы по мониторингу безопасности в реальном времени и автоматизированные возможности мониторинга безопасности с помощью серии экспериментов, которые показывают ее потенциал для повышения безопасности на строительной площадке.

Для разработанного полевого эксперимента по оценке эффективности автоматизированной системы мониторинга безопасности была выбрана котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД. Для проверки точности приложения автоматизированного отслеживания безопасности были выбраны четыре опасные зоны: зона 1 (место складирования стройматериалов для ремонта здания котельной), зона 2 (газорегуляторный пункт котельной), зона 3 (зона расположения водогрейных котлов) и зона 4 (система распределительных трубопроводов).

Эксперимент проводился в закрытом пространстве для оценки практичности системы в более сложных условиях.

Строительные материалы были беспорядочно складированы, что создавало риск спотыкания и получения травм рабочими, проходящими через эту зону. Место хранения было определено как опасная зона во время осмотра объекта из-за наличия материалов, которые могли привести к спотыканию рабочих.

Система мониторинга безопасности была протестирована путем выявления и входа на четыре опасных участка на первом этаже на основе графика строительства, связанных с ним обязанностей и планирования. Эти области были разделены на опасные зоны для эксперимента. Добровольцы прошли по запланированным тропам, которые служили наземной проверкой, одновременно моделируя определенные сценарии с идентифицированными источниками опасности. Испытания начались одновременно в определенных местах на основе их изученных обстоятельств. Все необходимое оборудование, включая компьютеры и камеры, было настроено для проверочного тестирования.

Два работника установили приложение автоматического отслеживания безопасности на свои телефоны. После настройки системы рабочим было предложено перемещаться случайным образом. Во время своего движения они пересекали опасные зоны, при этом установленные видеокамеры это фиксировали и передавали на АСУ ТП.

Произведём описание достигнутых положительных эффектов от внедрения системы мониторинга безопасности котельной, влияние на показатели безопасности [15].

Всякий раз, когда они входили в опасную зону, на экранах АРМ оператора и мобильные устройства самих работников появлялось автоматическое тревожное сообщение.

Работники получали предупреждающее сообщение, когда приблизился к опасной зоне. Система также определила, что это был его первый вход, и время входа было 10:40 утра.

Система мониторинга безопасности на основе АСУ ТП и видеокамер, а также мобильное приложение позволили работникам быть уведомленным об опасности и принять необходимые меры предосторожности, чтобы избежать падения или других опасностей в опасной зоне.

Сравнительные данные до и после внедрения системы мониторинга безопасности котельной представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные данные до и после внедрения системы мониторинга безопасности котельной

Показатели	До внедрения	После внедрения
Время реагирования на аварийные ситуации	10 минут	1 минута
Принцип регистрации предаварийных состояний	Визуальный, работником	Автоматический
Принцип аварийной остановки технологического процесса	Ручной	Автоматический
Принцип регистрации превышения ПДК опасных газов	Визуальный, работником	Автоматический

Продолжение таблицы 1

Показатели	До внедрения	После внедрения
Визуализация уровня загазованности помещений котельной для обеспечения безопасности входящих работников в здание	Отсутствует	Выполнено в виде экрана
Регистрация времени входа и выходов работников в опасные зоны котельной	Отсутствует	Отслеживание, запись в историю и анализ

Система также может отслеживать время и частоту входов в опасные зоны [20]. Результаты эксперимента подтвердили, что приложение автоматического отслеживания безопасности функционировало в соответствии с базовым алгоритмом. На основании этого эксперимента система отслеживания безопасности была признана пригодной для внедрения в реальный проект.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что разработка интуитивно понятного и удобного интерфейса является ключом к эффективности панелей мониторинга безопасности.

Панели должны быть простыми, понятными и последовательными, позволяя пользователям легко интерпретировать и действовать на основе представленных данных. Настраиваемые интерфейсы могут удовлетворять особые потребности различных ролей пользователей, улучшая общий пользовательский опыт и показатели принятия.

Предлагаемая интеллектуальная система управления безопасностью объединяет АСУ ТП в котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД, мобильное приложение на основе GPS с облачным BIM, что позволяет отслеживать рабочих в реальном времени с историческим отслеживанием. Функции веб-приложения позволяют контролировать поведение рабочих в реальном времени в отношении выявленных небезопасных условий опасного объекта. Исследование демонстрирует возможности системы по мониторингу безопасности в реальном времени и

автоматизированные возможности мониторинга безопасности с помощью серии экспериментов, которые показывают ее потенциал для повышения безопасности на строительной площадке.

Результаты показывают, что панели мониторинга безопасности в реальном времени обеспечивают немедленный доступ к критически важным данным по безопасности, позволяя осуществлять упреждающее управление и своевременное вмешательство. Они облегчают принятие решений на основе данных, повышают прозрачность и подотчетность и способствуют формированию культуры безопасности в организациях. Организации могут непрерывно отслеживать показатели безопасности для выявления потенциальных опасностей до того, как они перерастут в серьезные инциденты, тем самым улучшая общие показатели безопасности.

Использование соответствующих методов визуализации данных может значительно повысить интерпретируемость данных в реальном времени. Организациям следует использовать диаграммы, графики, тепловые карты и датчики для представления показателей безопасности в понятной и действенной форме. Интерактивные визуализации, которые позволяют пользователям углубляться в конкретные точки данных, могут обеспечить более глубокое понимание и способствовать принятию более обоснованных решений.

4 Охрана труда

На объекте предусматривается оснащение объекта средствами контроля, автоматического регулирования, защиты и «сигнализации с учетом характера технологического процесса и свойств измеряемой среды в соответствии с требованиями действующих правил и норм промышленной безопасности, возможностей современных средств» [11].

«Психофизиологические условия организации трудовых процессов обеспечивают высокую работоспособность за счет сокращения тяжелого физического, ручного труда, применения прогрессивных технологий, оборудования, организации труда» [11], в том числе автоматизацией процесса управления объектом. В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [8] произведём оценку профессиональных рисков [5] для рабочих мест. Реестр опасностей на рабочем месте машиниста котельной установки представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Реестр опасностей на рабочем месте машиниста котельной установки

Опасность	ID	Опасное событие
8. «Подвижные части машин и механизмов» [8]	8.1	«Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [8]
9. «Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [8]	9.1	«Отравление воздушными взвешенными вредными химическими веществами в воздухе рабочей зоны» [8]
13. «Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [8]	13.1	«Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [8]
20. «Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [8]	20.1	«Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума» [8]

Продолжение таблицы 2

Опасность	ID	Опасное событие
27. Электрический ток	27.1	«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [8]

Реестр опасностей на рабочем месте слесаря представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Реестр опасностей на рабочем месте слесаря

Опасность	ID	Опасное событие
9. «Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [8]	9.1	«Отравление воздушными взвешиваемыми вредными химическими веществами в воздухе рабочей зоны» [8]
12. «Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)» [8]	12.3	«Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ» [8]
23. «Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей» [8]	23.1.	«Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках» [8]
27. Электрический ток	27.1	«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [8]

Реестр опасностей диспетчера-оператора представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Реестр опасностей на рабочем месте диспетчера-оператора

Опасность	ID	Опасное событие
27. «Электрический ток» [8]	27.1	«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [8]
24. «Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания» [8]	24.4.	«Психоэмоциональные перегрузки» [8]

Анкеты профессиональных рисков представлены в таблицах 5-7.

Таблица 5 – Анкета профессиональных рисков машиниста котельной установки

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Машинист котельной установки	«Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [8]	«Отравление воздушными взвешиваемыми вредными химическими веществами в воздухе рабочей зоны» [8]	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	«Подвижные части машин и механизмов» [8]	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [8]	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	«Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [8]	«Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [8]	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	«Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [8]	«Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [8]	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	Электрический ток	«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [8]	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

Таблица 6 – Анкета профессиональных рисков на рабочем месте аккумуляторщика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Слесарь	«Электрический ток» [8]	«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [8]	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	«Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [8]	«Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [8]	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	«Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)» [8]	«Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ» [8]	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	«Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей» [8]	«Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках» [8]	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

Таблица 7 – Анкета профессиональных рисков на рабочем месте диспетчера-оператора

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Диспетчер-оператор	Электрический ток	«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [8]	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	«Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания» [8]	«Психоэмоциональные перегрузки» [8]	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий

Оценка вероятности воздействия опасностей представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка вероятности воздействия опасностей

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	Практически исключено. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	1
2	Маловероятно	Сложно представить, однако может произойти. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	2
3	Возможно	Иногда может произойти. Зависит от обучения (квалификации). Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая.	3
4	Вероятно	Зависит от случая, высокая степень возможности реализации. Часто слышим о подобных фактах. Периодически наблюдаемое событие.	4
5	Весьма вероятно	Обязательно произойдет. Практически несомненно. Регулярно наблюдаемое событие.	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек). Несчастный случай на производстве со смертельным исходом. Авария. Пожар.	5
4	Крупная	Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней). Профессиональное заболевание. Инцидент.	4

Продолжение таблицы 9

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
3	Значительная	Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней. Инцидент.	3
2	Незначительная	Незначительная травма – микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. Инцидент. Быстро потушенное загорание.	2
1	Приемлемая	Без травмы или заболевания. Незначительный, быстроустраняемый ущерб.	1

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 1.

$$R=A \cdot U, \quad (1)$$

где А – «коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий» [8].

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [6].

Мероприятия по контролю рисков представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Мероприятия по контролю профессиональных рисков

Идентификация опасности	Мероприятия по воздействию на риск
«Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [6]	Установка газоанализаторов
«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [6]	Заземление производственного оборудования

Продолжение таблицы 10

Идентификация опасности	Мероприятия по воздействию на риск
«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [6]	«Своевременное обслуживание зарядных устройств для аккумуляторов» [6]
«Отравление воздушными взвешиваемыми вредными химическими веществами в воздухе рабочей зоны» [6]	«Монтаж вентиляционного оборудования общей вентиляции здания. Установка местных отсосов» [6]
«Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках» [6]	«Использование тележек и подъёмных механизмов» [6]
«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [6]	«Своевременное обслуживание электрической части диспетчерского оборудования и АСУ» [6]

Вывод по разделу.

В разделе определено, что работникам, допущенным на действующее предприятие, следует находиться только на участках и рабочих местах, которые предусмотрены для непосредственного выполнения работ.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки [4] котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД на окружающую среду (таблица 11).

Таблица 11 – Антропогенная нагрузка объекта

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Свердловская дирекция ОАО РЖД	Котельная	Газообразные	Сточные воды	ТКО
Количество в год		0,001135 т	0,03 т	–

Определим, соответствуют ли технологии наилучшим доступным. Результаты анализа технологии на производстве представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты соответствия технологий на производстве [8]

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
номер	наименование		
1	Котельная	Очистка выбросов	Соответствуют

Перечень загрязняющих веществ представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Перечень загрязняющих веществ

Номер ЗВ	Наименование загрязняющего вещества
1	Азота диоксид
2	Азот (II) оксид
3	Углерод оксид

Результаты ПЭК представлены в таблицах 14-16.

Таблица 14 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Номер источника	Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
	номер	наименование	номер	наименование							
1	1	Свердловская дирекция ОАО РЖД	1	Котельная	Азота диоксид	0,02	0,01	—	25.02.2023	—	—
					Азот (II) оксид	0,02	0,01	—	25.02.2023	—	—
					Углерод оксид	0,02	0,01	—	25.02.2023	—	—
Итого						0,06	0,03	—	—	—	—

Таблица 15 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистно го сооруж ения	Год ввода в эксплуа тацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м ³ /сут.; тыс. м ³ /год			Наименован ие загрязняющ его вещества или микроорган изма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективност ь очистки сточных вод, %	
			проект ный	допустимый, в соответствии с разрешительн ым документом на право пользования водным объектом	факти ческий			прое ктно е	допустимое, в соответствии и с разрешение м на сброс веществ и микроорган измов в водные объекты	факти ческо е	проектн ая	факти ческа я
Очистн ая система	2022	Резервуар очистки канализационных вод объёмом 50 м ³	10000	6000	2500	Песок	25.04.2023	0,5	0,25	0.02	-	95

Таблица 16 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчётный 2023 год

№ стр оки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацион ному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизиро вано отходов, тонн	Обезврежен о отходов, тонн
				хранение	накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	«Лампы ртутные, ртутно- кварцевые, люминесцентн ые» [7]	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,002	0	0	0,002
2	«Мусор и смет производствен ных помещений малоопасный» [7]	73321001724	4	0	0	60,000	0	60,000	0
3	Смет с территории предприятия	7 33 390 01 71 4	4	0	0	40,000	0	40,000	0

Продолжение таблицы 16

№ стр оки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацион ному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизиро вано отходов, тонн	Обезврежен о отходов, тонн
				хранение	накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Отходы (мусор) от строительных и ремонтных работ	8 90 000 01 72 4	4	0	0	0,100	0	0,100	0
№ стр оки	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн								
	всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения			
	11	12	13	14	15	16			
1	0,002	—	0,002	—	—	—			
2	60,000	—	60,000	—	—	—			
3	40,000	—	40,000	—	—	—			
4	0,100	—	0,100	—	—	—			

Продолжение таблицы 16

№ стр ок и	Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
	всего	хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО	захоронение на собственных ОРО	хранение на сторонних ОРО	захоронение на сторонних ОРО	хранение	накопление
	17	18	19	20	21	22	23
1	0,002	0	0,002	0	0	0	0
2	60,000	0	60,000	0	0	0	0
3	40,000	0	40,000	0	0	0	0
4	0,100	0	0,100	0	0	0	0

Использование плодородного слоя грунта для устройства подсыпок, перемычек и других временных земляных сооружений для строительных целей не допускается.

Не допускается розлив нефтепродуктов: топлива, смазочных материалов, СОЖ (смазочная опалубочная жидкость).

Отходы и строительный мусор должны своевременно вывозиться на свалку, захламление и складирование мусора запрещается.

Выполнение строительно-монтажных работ с учетом перечисленных ниже мероприятий не вызовет каких-либо изменений в окружающей среде и не приведет к опасным воздействиям на неё.

Необходимо максимально применять малоотходную и безотходную технологию для охраны объектов окружающей среды (воздуха, земли, вод).

Вывод по разделу.

В разделе было установлено, что во время эксплуатации образуется некоторое количество отходов, большая часть которых относится к вторичным материальным ресурсам, то есть отходам, которые подлежат дальнейшей переработке и являются сырьем или материалами в других производствах: металлический лом, бой бетонных изделий, остатки электродов.

Выполнение строительно-монтажных работ с учетом перечисленных ниже мероприятий не вызовет каких-либо изменений в окружающей среде и не приведет к опасным воздействиям на неё.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Для курения выделяются специальные места. С работниками занятыми на строительстве должен быть проведен инструктаж по пожарной безопасности. До начала производства работ необходимо назначить лицо, ответственное за пожарную безопасность.

Место проведения огневых работ обеспечить средствами пожаротушения.

Горючие материалы на площадках складирования не хранятся, а при необходимости подаются непосредственно в зону производства работ и привозятся в объеме сменной потребности.

Сгораемые строительные материалы (лесоматериалы, толь, рубероид и др. изделия), конструкции из горючих материалов, а также оборудования и грузы в горючей упаковке необходимо размещать в зоне производства работ на сменную потребность, основной объем горючих материалов хранить на площади вне объекта строительства.

При хранении и работе с клеями, мастиками, битумом, полимерными и другими горючими веществами и материалами необходимо руководствоваться требованиями СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» [10].

При монтаже и эксплуатации временных электросетей и электрооборудования руководствоваться требованиями СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства. Правила организации и производства работ» [14].

Охрана в период строительства здания осуществляется силами и средствами заказчика.

Перед строительством здания:

- провести инструктаж работников монтажной организации о действиях при обнаружении подозрительных предметов, веществ;
- назначить ответственное лицо по пожарной безопасности.

Необходимо организовать ежедневную проверку территории для выявления подозрительных предметов, веществ; организовать проверку грузов, поступающих на стройку на выявление подозрительных предметов, веществ.

Аварийные ситуации в период эксплуатации котельной могут возникнуть вследствие разгерметизации оборудования, трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры при:

- механическом повреждении;
- старении (коррозии) металла;
- возникновении микротрещин;
- температурных напряжениях с разрывом сварного шва;
- целенаправленной диверсии, терактах.

На объекте предусмотрено отключение всех инженерных коммуникаций (канализация, водопровод, электропитание и другие), как непосредственно на самом объекте, так и централизованно соответствующими аварийно-ремонтными бригадами. В дальнейшем осуществляется отключение электроснабжения сооружений объекта и внешнего освещения в зависимости от складывающейся обстановки на производственной площадке и прилегающей территории.

Территория предприятия по периметру ограждена бетонным забором и круглосуточно находится под охраной. Ограждение оснащено техническими средствами физической защиты и оборудовано контрольно-пропускными пунктами для прохода людей и проезда автомобильного и железнодорожного транспорта.

Въезд и выезд автотранспорта на исследуемую производственную площадку осуществляется через оборудованные въезды, имеющие асфальтобетонное покрытие. Сеть дорог обеспечивает быстрые и безопасные транспортные связи со всеми функциональными зонами и автомобильными дорогами общей сети.

Объекты ОАО «РЖД» охраняются отрядом ведомственной охраны, в состав которого входит управление, подразделения охраны, подразделения обеспечения и обслуживания.

«Методами защиты объекта от террористических акций является:

- администрирование;
- зонирование территории объекта;
- ограничение доступа к технологическим системам;
- сочетание активной и пассивной защиты;
- применение комплекса инженерно-технических мероприятий для защиты от проникновения на объект;
- создание условий максимального снижения последствий аварий от проявления терроризма;
- четкое управление;
- управление информацией» [3].

На вооружении отряда ведомственной военизированной охраны имеется огнестрельное оружие. Из специальных средств имеются устройства самозащиты «Удар», наручники, резиновые дубинки, сигнальные пиротехнические устройства.

Помещения, к которым предъявляются повышенные требования по их охране, оснащены охранной сигнализацией и инженерными средствами защиты.

Проводятся плановые учения по действиям личного состава ведомственной охраны при попытке проникновения на охраняемую территорию.

Паспорт безопасности представлен в приложении А.

Вывод по разделу.

С учётом специфики функционирования опасных производственных объектов, складывающейся на них (и в их окружении) оперативной обстановки, в ОАО «РЖД» изданы и действуют приказы, которые определяют организационные, технические и режимные меры по защите

производственных объектов от террористических проявлений.

В Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД предусмотрено необходимое количество противоаварийных сил и средств для локализации и ликвидации последствий аварий.

Территория котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД по периметру ограждена бетонным забором и круглосуточно находится под охраной. Ограждение оснащено техническими средствами досмотра автомобильного и железнодорожного транспорта.

Помещения, к которым предъявляются повышенные требования по их охране, оснащены охранной сигнализацией и инженерными средствами защиты.

Проводятся плановые учения по действиям личного состава ведомственной охраны при попытке проникновения на охраняемую территорию.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе разработана система мониторинга безопасности.

Предлагаемая интеллектуальная система управления безопасностью объединяет АСУ ТП в котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД, мобильное приложение на основе GPS с облачным BIM, что позволяет отслеживать рабочих в реальном времени с историческим отслеживанием. Функции веб-приложения позволяют контролировать поведение рабочих в реальном времени в отношении выявленных небезопасных условий опасного объекта. Исследование демонстрирует возможности системы по мониторингу безопасности в реальном времени и автоматизированные возможности мониторинга безопасности с помощью серии экспериментов, которые показывают ее потенциал для повышения безопасности на строительной площадке.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 17.

Таблица 17 – План реализации предложенных мероприятий

Мероприятие	Цель	Срок	Исполнитель	Источник финансирования
Проектирование интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП	Мониторинг безопасности объектов	2025 год	Проектная организация	ОАО «РЖД»
Монтаж с интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП		2025 год	Монтажная организация	ОАО «РЖД»
Установка панелей мониторинга и оповещения		2025 год		ОАО «РЖД»
Контроль оборудования		2025 год	Отдел ОТ	ОАО «РЖД»

Стоимость затрат на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности приведена в таблице 18.

Таблица 18 – Стоимость затрат на реализацию мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП	50000
Закупка комплектующих интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП	1500000
Монтаж интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП	500000
Обучение работников по работе с интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП	250000
Итого:	2300000

Данные для расчёта ущерба от аварий приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Данные для расчёта ущерба от аварий

Данные	Показатели
«Стоимость замещения или воспроизводства i -го вида уничтоженных основных фондов, руб» [13].	100000
«Стоимость материальных ценностей i -го вида, годных для дальнейшего использования, руб» [13].	100000
«Утилизационная стоимость i -го вида уничтоженных основных фондов, руб» [13].	50000
«Стоимость ремонта i -го вида поврежденных основных фондов, руб» [13].	50000
«Ущерб, причиненный i -му виду продукции, изготовляемой предприятием, руб» [13].	3700000
«Ущерб, причиненный j -му виду продукции, приобретенной предприятием, а также сырью и полуфабрикатам, руб» [13].	2000000
«Заработная плата сотрудников предприятия, руб/день» [13]	5000
«Доля сотрудников, не использованных на работе» [13]	25
«Условно-постоянные расходы, руб/день» [13]	2000
«Продолжительность простоя объекта, дни» [13]	15
«Объем i -го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии» [13]	5645,86
«Средняя оптовая стоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии, руб» [13].	2000
«Средняя себестоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии, руб» [13].	18000
«Ущерб от засорения или повреждения территории обломками, осколками, зданий, сооружений, оборудования, руб» [13].	200000
«Расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии, руб» [13].	3000000
«Расходы на расследование аварии, руб» [13].	200000

«Ущерб от аварий на опасных производственных объектах» [13]
рассчитывается по формуле 2:

$$P_a = P_{n.n.} + P_{сэ} + P_{н.в.} + P_{экол} + P_{л.а.} + P_{в.т.р.}, \quad (2)$$

где P_a – «полный ущерб от аварий, руб.;

$P_{n.n.}$ – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.;

$P_{сэ}$ – социально-экономические потери, руб.;

$P_{н.в.}$ – косвенный ущерб, руб.;

$P_{экол}$ – экологический ущерб, руб.;

$P_{л.а.}$ – затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии, руб.;

$P_{в.т.р.}$ – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности, руб.» [13].

Прямые потери от аварий рассчитываются по формуле 3:

$$P_{n.n.} = P_{o.ф.} + P_{тм.ц.}, \quad (3)$$

где $P_{o.ф.}$ – «потери предприятия в результате уничтожения или повреждения основных фондов, руб.;

$P_{тм.ц.}$ – потери предприятия в результате уничтожения или повреждения товарно-материальных ценностей, руб.» [13].

$$P_{n.n.} = 200000 + 110000000 = 110200000 \text{ руб.}$$

«Потери предприятия от уничтожения или повреждения аварией его основных фондов» [13] рассчитываются по формуле 4:

$$P_{o.ф.} = P_{o.ф.у.} + P_{o.ф.н.}, \quad (4)$$

где $\Pi_{o.ф.у.}$ – «потери предприятия в результате уничтожения основных фондов, руб.;

$\Pi_{o.ф.п.}$ – потери предприятия в результате повреждения основных фондов, руб.» [13].

$$\Pi_{o.ф.} = 150000 + 50000 = 200000 \text{ руб.}$$

«Потери предприятия в результате уничтожения основных фондов» [13] рассчитываются по формуле 5:

$$\Pi_{o.ф.у.} = \sum_{i=1}^n (S_{oi} - (S_{mi} - S_{yi})) , \quad (5)$$

где n – «число видов уничтоженных основных фондов;

S_{oi} – стоимость замещения или воспроизводства i -го вида уничтоженных основных фондов, руб.;

S_{mi} – стоимость материальных ценностей i -го вида, годных для дальнейшего использования, руб.;

S_{yi} – утилизационная стоимость i -го вида уничтоженных основных фондов, руб.» [13].

$$\Pi_{o.ф.у.} = (100000 - (100000 - 50000)) = 150000 \text{ руб.}$$

«Потери предприятия в результате повреждения основных фондов» [13] рассчитываются по формуле 6:

$$\Pi_{o.ф.п.} = \sum_{i=1}^n S_{pi} , \quad (6)$$

где n – «число видов поврежденных основных фондов;

S_{pi} – стоимость ремонта i -го вида поврежденных основных фондов, руб.» [13].

$$\Pi_{o.ф.п.} = 50000 \text{ руб.}$$

«Потери предприятия в результате уничтожения или повреждения аварией товарно-материальных ценностей» [13] рассчитываются по формуле 7:

$$П_{т.м.ц.} = \sum_{i=1}^n П_{mi} + \sum_{j=1}^m П_{cj}, \quad (7)$$

где n – «число видов товара, которым причинен ущерб в результате аварии;

$П_{ti}$ – ущерб, причиненный i -му виду продукции, изготавливаемой предприятием, руб.;

m – число видов сырья, которым причинен ущерб в результате аварии;

$П_{cj}$ – ущерб, причиненный j -му виду продукции, приобретенной предприятием, а также сырью и полуфабрикатам, руб.» [13].

$$П_{т.м.ц.} = 3700000 + 2000000 = 5700000 \text{ руб.}$$

Социально-экономические потери отсутствуют:

$$П_{сэ} = 0$$

«Косвенный ущерб, вследствие аварий» [13] рассчитывается по формуле 8:

$$П_{н.в.} = П_{н.п.} + П_{з.п.} + П_{ш} + П_{н.п.т.л.}, \quad (8)$$

где $П_{н.п.}$ – «часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя, руб.;

$П_{з.п.}$ – зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя, руб.;

$П_{ш}$ – убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени, руб.;

$\Pi_{н.п.т.л.}$ – убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли, руб.» [13].

$$\Pi_{н.в.} = 11291720 + 1905000 + 30000000 + 500000 = 43696720 \text{ руб.}$$

«Зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время» [13] простоя рассчитываются по формуле 9:

$$\Pi_{з.п.} = (V_{з.п.} \cdot A + V_{уп}) \cdot T_{пр}, \quad (9)$$

где $V_{з.п.}$ – «зарботная плата сотрудников предприятия, руб/день;

A – доля сотрудников, не использованных на работе;

$V_{уп}$ – условно-постоянные расходы, руб/день;

$T_{пр}$ – продолжительность простоя объекта, дни» [13].

$$\Pi_{з.п.} = (5000 \cdot 25 + 2000) \cdot 15 = 1905000 \text{ руб.}$$

«Недополученная прибыль в результате простоя» [13] рассчитывается по формуле 10:

$$\Pi_{н.п.} = \sum_{i=0}^n \Delta Q_i \cdot (S_i - B_i), \quad (10)$$

где n – «количество видов недопроизведенного продукта (услуги);

ΔQ_i – объем i -го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии;

S_i – средняя оптовая стоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии, руб.;

B_i – средняя себестоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии» [13].

$$\Pi_{н.п.} = 5645,86 \cdot (20000 - 18000) = 11291720 \text{ руб.}$$

«Экологический ущерб от аварии на опасном производственном объекте» [13] определяется по формуле 11:

$$П_{экол} = Э_о, \quad (11)$$

где $Э_о$ – «ущерб от засорения или повреждения территории обломками, осколками, зданий, сооружений, оборудования, руб.» [13].

$$П_{экол} = 200000 \text{ руб.}$$

«Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии» [13] рассчитывается по формуле 12:

$$П_{л.а.} = П_л + П_р, \quad (12)$$

где $П_л$ – «расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии, руб.;

$П_р$ – расходы на расследование аварии, руб.» [13].

$$П_{л.а.} = 3000000 + 200000 = 3200000 \text{ руб.}$$

$$П_а = 110200000 + 0 + 43696720 + 200000 + 3200000 + 0 = 157296720 \text{ руб.}$$

«Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности» [13]:

$$Э = П - З, \quad (13)$$

где $З$ – «величина приведенных затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.;

$П$ – ущерб от аварий на опасных производственных объектах, руб.» [13].

$$\mathfrak{Z}=157296720-2300000=154996720 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты:

$$З=C+E_n \cdot K, \quad (14)$$

где С – «текущие расходы на эксплуатацию сооружения, устройства оборудования, руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

К – инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [13].

$$З=500000+0,16 \cdot 2300000=868000 \text{ руб.}$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность:

$$\mathfrak{Z}_3=\frac{\mathfrak{Z}}{З}. \quad (15)$$

$$\mathfrak{Z}_3=\frac{154996720}{868000}=178,57$$

«Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности» [13]:

$$\mathfrak{Z}_k=\frac{(\mathfrak{Z}-C)}{K} \quad (16)$$

$$\mathfrak{Z}_k=\frac{(154996720-500000)}{2300000}=67,17$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности» [13]:

$$T_{ед} = \frac{З}{Э}, \quad (17)$$

где $T_{ед}$ – «срок окупаемости приведенных затрат, год;

$З$ – величина приведенных затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.;

$Э$ – годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [13].

$$T_{ед} = \frac{868000}{154996720} = 0,005 \text{ лет}$$

Вывод по разделу.

В разделе выполнен экономический расчет эффекта от внедрения предлагаемой интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП в Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД.

За счёт внедрения предлагаемой интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП в Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД сможет получить эффект от предотвращения аварий 19000000 рублей.

Заключение

В первом разделе определено, что плохое качество воздуха в помещении, недостаточная вентиляция и другие факторы окружающей среды могут способствовать возникновению заболеваний, проявляющегося в виде головных болей, заложенности носа, заложенности груди, сухости кожи, усталости. На воздух в помещении здания котельной часто влияют система кондиционирования воздуха и система циркуляции воздуха. Хорошее качество воздуха в помещении необходимо каждому сотруднику, который ставит здоровую среду в помещении на первое место для улучшения своего комфорта.

Освещение имеет жизненно важное значение для факторов безопасности и здоровья в физической среде рабочих на работе. Регулярный мониторинг и техническое обслуживание систем жизнеобеспечения, обеспечение доступа к естественному освещению и создание эргономичных рабочих пространств являются важнейшими стратегиями для поддержания здоровья сотрудников.

Во втором разделе изучалась разработка и внедрение панелей мониторинга безопасности в реальном времени в промышленных операциях, подчеркивая их значимость для повышения показателей безопасности и обеспечения соответствия нормативным требованиям.

Основное внимание обратим на автоматизацию процессов, централизованный мониторинг безопасности процессов и визуализации информации об уровне безопасности для информирования работников.

В исследовании подчеркивается критическая роль сбора и интеграции данных, важность выбора соответствующих ключевых показателей эффективности (KPI) и необходимость интуитивно понятного дизайна пользовательского интерфейса и эффективных методов визуализации данных. Изучение архитектуры системы показывает, что для поддержки этих панелей необходима надежная, масштабируемая и безопасная инфраструктура.

Во втором разделе установлено, что системы безопасности (SIS) играют решающую роль в автоматизации мер безопасности.

Определяемые как набор аппаратных и программных компонентов, которые работают вместе для реализации определенных функций безопасности, SIS предназначены для обнаружения опасных условий и принятия корректирующих мер для предотвращения аварий. Основная цель SIS – снизить риск инцидентов и гарантировать, что процессы протекают в безопасных пределах. Эта возможность необходима для управления безопасностью процесса и защиты как персонала, так и окружающей среды.

Показания газоанализатора типа Riken Keiki GD-A80V в помещении котельной вывести на экран перед входом в котельную.

В третьем разделе определено, что разработка интуитивно понятного и удобного интерфейса является ключом к эффективности панелей мониторинга безопасности.

Панели должны быть простыми, понятными и последовательными, позволяя пользователям легко интерпретировать и действовать на основе представленных данных. Настраиваемые интерфейсы могут удовлетворять особые потребности различных ролей пользователей, улучшая общий пользовательский опыт и показатели принятия.

Предлагаемая интеллектуальная система управления безопасностью объединяет АСУ ТП в котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД, мобильное приложение на основе GPS с облачным BIM, что позволяет отслеживать рабочих в реальном времени с историческим отслеживанием. Функции веб-приложения позволяют контролировать поведение рабочих в реальном времени в отношении выявленных небезопасных условий опасного объекта. Исследование демонстрирует возможности системы по мониторингу безопасности в реальном времени и автоматизированные возможности мониторинга безопасности с помощью серии экспериментов, которые показывают ее потенциал для повышения безопасности на строительной площадке.

Результаты показывают, что панели мониторинга безопасности в реальном времени обеспечивают немедленный доступ к критически важным данным по безопасности, позволяя осуществлять упреждающее управление и своевременное вмешательство. Они облегчают принятие решений на основе данных, повышают прозрачность и подотчетность и способствуют формированию культуры безопасности в организациях. Организации могут непрерывно отслеживать показатели безопасности для выявления потенциальных опасностей до того, как они перерастут в серьезные инциденты, тем самым улучшая общие показатели безопасности.

Использование соответствующих методов визуализации данных может значительно повысить интерпретируемость данных в реальном времени. Организациям следует использовать диаграммы, графики, тепловые карты и датчики для представления показателей безопасности в понятной и действенной форме. Интерактивные визуализации, которые позволяют пользователям углубляться в конкретные точки данных, могут обеспечить более глубокое понимание и способствовать принятию более обоснованных решений.

В четвёртом разделе определено, что работникам, допущенным на действующее предприятие, следует находиться только на участках и рабочих местах, которые предусмотрены для непосредственного выполнения работ.

В пятом разделе было установлено, что во время эксплуатации образуется некоторое количество отходов, большая часть которых относится к вторичным материальным ресурсам, то есть отходам, которые подлежат дальнейшей переработке и являются сырьем или материалами в других производствах: металлический лом, бой бетонных изделий, остатки электродов.

Выполнение строительно-монтажных работ с учетом перечисленных ниже мероприятий не вызовет каких-либо изменений в окружающей среде и не приведет к опасным воздействиям на неё.

С учётом специфики функционирования опасных производственных

объектов, складывающейся на них (и в их окружении) оперативной обстановки, в ОАО «РЖД» изданы и действуют приказы, которые определяют организационные, технические и режимные меры по защите производственных объектов от террористических проявлений.

В Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД предусмотрено необходимое количество противоаварийных сил и средств для локализации и ликвидации последствий аварий.

Территория котельной Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД по периметру ограждена бетонным забором и круглосуточно находится под охраной. Ограждение оснащено техническими средствами досмотра автомобильного и железнодорожного транспорта.

Помещения, к которым предъявляются повышенные требования по их охране, оснащены охранной сигнализацией и инженерными средствами защиты.

Проводятся плановые учения по действиям личного состава ведомственной охраны при попытке проникновения на охраняемую территорию.

За счёт внедрения предлагаемой интеллектуальной системы управления безопасностью и АСУ ТП в Ноябрьской дистанции пути Свердловской дирекции ОАО РЖД сможет сэкономить на уплате взносов на страхование работников от производственного травматизма 19000000 рублей.

Список используемых источников

1. Ильин К. О., Губайдуллин А. Г., Халфин Р. С., Краевский Н. Н. Концепция и подходы для оценки перспектив роботизации технологических процессов ПАО «НК «Роснефть» // Экспозиция Нефть Газ. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-i-podhody-dlya-otsenki-perspektiv-robotizatsii-tehnologicheskikh-protsessov-pao-nk-rosneft> (дата обращения: 11.02.2025).
2. Малофеев М. В., Чермянин П. И., Кошелев М. Б., Хабибуллин А. Ф., Цыренова Н. А. Инновационные цифровые технологии в области промышленной безопасности охраны труда и окружающей среды // Экспозиция Нефть Газ. 2022. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tsifrovye-tehnologii-v-oblasti-promyshlennoy-bezopasnosti-ohrany-truda-i-okruzhayuschey-sredy> (дата обращения: 11.02.2025).
3. О противодействии терроризму [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 06.03.2006 г. № 35-ФЗ. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=486088> (дата обращения: 05.09.2024).
4. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.09.2024).
5. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=l d8jp94kat939272210> (дата обращения: 27.09.2024).
6. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=l d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 05.08.2024).

7. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 27.12.2024).

8. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 15.03.2024 № 173. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=472325> (дата обращения: 05.09.2024).

9. Окорочкова А. А. Управление и устойчивое развитие // Государственное управление. Электронный вестник. 2016. №57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-i-ustoychivoe-razvitie> (дата обращения: 11.02.2025).

10. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 155.13130.2014. URL: https://auth.kodeks.ru/sso?command=attach&broker=927dacf7-9bde-4367-bdbc-0b14a97d7136&token=0ipbfuyawk3TGrMQpMK3WEQ4Ce2K8tsv&checksum=b f86736a5e22ccee2231add84ceeedf90ff58c39e9b5d1b0708644ea0c5d0bd5&return _url=https://docs.cntd.ru/document/1200108948 (дата обращения: 27.09.2024).

11. Тимофеева С. С., Попова Н. А. Инновации в охране труда для нефтедобычи // XXI век. Техносферная безопасность. 2020. №2 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-ohrane-truda-dlya-neftedobychi> (дата обращения: 11.02.2025).

12. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 27.09.2024).

13. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной

квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.

14. Электротехнические устройства. Правила организации и производства работ [Электронный ресурс] : СП 76.13330.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456050591?ysclid=m70dx622fc783187346> (дата обращения: 05.09.2024).

15. Han J., Liu Y., Li Z., Liu Y., Zhan B. Safety Helmet Detection Based on YOLOv5 Driven by Super-Resolution Reconstruction // Sensors. 2023. V.23. P. 18-22.

16. Lin, T.-Y.; Dollar, P; Girshick, R.; He, K.; Hariharan, B.; Belongie, S. Feature Pyramid Networks for Object Detection. In Proceedings of the 30TH IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2017). Honolulu, HI, USA. 21-26 July 2017. IEEE: New York, NY, USA. 2022. P. 936-944.

17. Liu S., Qi L., Qin H., Shi J., Jia J. Path Aggregation Network for Instance Segmentation. In Proceedings of the 2018 // Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Salt Lake City, UT, USA, 18-22 June 2018; IEEE: New York, NY, USA. 2018. P. 8759-8768.

18. Samma, H.; Al-Azani, S.; Luqman, H.; Alfarraj, M. Contrastive-Based YOLOv7 for Personal Protective Equipment Detection // Neural Comput. 2024. V.36. P. 2445-2457.

19. Shi C., Zhu D., Shen J., Zheng Y., Zhou C. GBSG-YOLOv8n: A Model for Enhanced Personal Protective Equipment Detection in Industrial Environments // Electronics. 2023. V.12. P. 46-68.

20. Zeng L., Duan X., Pan Y., Deng M. Research on the Algorithm of Helmet-Wearing Detection Based on the Optimized Yolov4. Vis. Comput. 2023. V.39. P. 2165-2175.

Приложение А
Паспорт безопасности

ОАО РЖД. Свердловская дирекция. Ноябрьская дистанция пути.

(наименование объекта (территории))

город Ноябрьск

(наименование населенного пункта)

2025 г.

I. Общие сведения об объекте (территории)

ОАО РЖД

(наименование органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), адрес, телефон, факс, адрес электронной почты)

629811, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Ноябрьск, ул. Транспортная, д. 1

(адрес объекта (территории), телефон, факс, адрес, электронной почты)

Деятельность магистрального железнодорожного транспорта

(основной вид деятельности органа (организации), в ведении которого находится объект (территория))

Первая категория

(категория объекта (территории))

1500000 м²

(общая площадь объекта (территории), кв. метров, протяженность периметра, метров)

-

(сведения о государственной регистрации права на объект недвижимого имущества)

Белозёров Олег Валентинович

(ф.и.о. должностного лица, осуществляющего непосредственное руководство деятельностью работников на объекте (территории), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

-

(ф.и.о. руководителя органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

II. Сведения о работниках (сотрудниках) объекта (территории) и иных лицах, находящихся на объекте (территории)

1. Режим работы объекта (территории)

пн-пт с 8.00 до 17.00.

(продолжительность, начало и окончание рабочего дня)

2. Общее количество работников (сотрудников) объекта (территории) 20. (человек)

Продолжение Приложения А

3. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в течение рабочего дня работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), _20_. (человек)

4. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в нерабочее время, ночью, в выходные и праздничные дни работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), _3_. (человек)

5. Сведения об арендаторах и иных лицах, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории)

Арендаторы отсутствуют

(полное и сокращенное наименование организации, основной вид деятельности, общее количество работников (сотрудников), расположение рабочих мест на объекте (территории), занимаемая площадь (кв. метров), режим работы, ф.и.о., номера телефонов (служебного, мобильного) руководителя организации, срок действия аренды и (или) иные условия нахождения (размещения) на объекте (территории))

III. Сведения о потенциально опасных участках и (или) критических элементах объекта (территории)

1. Потенциально опасные участки объекта (территории) (при наличии)

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Дэпо	125 человек	25456	Захват заложников	Взрыв, гибель, ранения заложников

2. Критические элементы объекта (территории) (при наличии)

В качестве критических элементов объекта указываются те элементы, которые могут быть предметом атаки в случае теракта. Например, несущие конструкции, сосуды под давлением свыше 0,07 МПа, иные ОПО и т.д.

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Котельная	2	500	Взрыв СВУ	Взрыв, пожар

Продолжение Приложения А

3. Возможные места и способы проникновения на объект (территорию)

Периметр территории

4. Наиболее вероятные средства поражения, которые могут применяться при совершении террористического акта

Взрывные устройства.

IV. Прогноз последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

1. Предполагаемые модели действий нарушителей

Взятие заложников.

(краткое описание основных угроз совершения террористического акта на объекте (территории), возможность размещения на объекте (территории) взрывных устройств, захват заложников из числа работников и иных лиц, находящихся на объекте (территории), наличие рисков химического, биологического и радиационного заражения (загрязнения)

2. Возможные последствия совершения террористического акта на объекте (территории)

Площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта составит 250 м²

(площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта, кв. метров, иные ситуации в результате совершения террористического акта)

3. Оценка социально-экономических последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

Возможные людские потери, человек	Возможные нарушения инфраструктуры	Возможный экономический ущерб, рублей
До 20 человек	Разрушение зданий	До 85 млн. рублей

V. Силы и средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

1. Силы, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Объекты ОАО «РЖД» охраняются отрядом ведомственной охраны, в состав которого входит управление, подразделения охраны, подразделения обеспечения и обслуживания.

Продолжение Приложения А

2. Средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

На вооружении отряда ведомственной военизированной охраны имеется огнестрельное оружие. Из специальных средств имеются устройства самозащиты «Удар», наручники, резиновые дубинки, сигнальные пиротехнические устройства.

VI. Меры по инженерно-технической, физической защите и пожарной безопасности объекта (территории)

1. Меры по инженерно-технической защите объекта (территории):

а) объектовые и локальные системы оповещения

Установлена телефонная связь старшего диспетчера с оперативными дежурными, руководящими работниками, главными специалистами, аварийными службами. Все системы оповещения и связи поддерживаются в работоспособном состоянии и модернизируются по мере поступления современных технических устройств. Руководящий состав пользуется мобильной связью.

(наличие, марка, характеристика)

б) резервные источники электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, систем связи

В качестве резервных источников применяются дизельные генераторы в количестве 2 Штук. Включение производится в ручном режиме.

(наличие, количество, характеристика)

в) технические системы обнаружения несанкционированного проникновения на объект (территорию), оповещения о несанкционированном проникновении на объект (территорию) или системы физической защиты

КПП оснащены эстакадами для осмотра транспорта

(наличие, марка, количество)

г) стационарные и ручные металлоискатели

Стационарные аэродромные металлоискатели – 2 шт.

Ручные металлоискатели – 4 шт.

(наличие, марка, количество)

д) телевизионные системы охраны

Устройства вывода информации с камер наблюдения Delta – 6 шт.

(наличие, марка, количество)

е) системы охранного освещения

Применяются мачты освещения со светодиодными светильниками в количестве 10 шт.

(наличие, марка, количество)

Продолжение Приложения А

2. Меры по физической защите объекта (территории):

а) количество контрольно-пропускных пунктов (для прохода людей и проезда транспортных средств)

Количество постов – 2; количество КПП непосредственно на объекте – 1; проходные – 2

б) количество эвакуационных выходов (для выхода людей и выезда транспортных средств)

2 эвакуационных выхода (центральный и 2 крыла)

в) электронная система пропуска

СКУД

(наличие, тип установленного оборудования)

г) укомплектованность личным составом нештатных аварийно-спасательных формирований (по видам подразделений)

нет

(человек, процентов)

3. Меры по обеспечению пожарной безопасности объекта (территории):

а) наружное противопожарное водоснабжение

Система противопожарного наружного водоснабжения (кольцева) диаметром 200 мм

(наличие, тип, характеристика)

б) внутреннее противопожарное водоснабжение

Внутренний пожарный водопровод, совмещенный с хозяйственно-питьевым водопроводом.

(наличие, тип, характеристика)

в) автоматическая установка пожарной сигнализации

Адресная АПС «Сигнал-20» – обнаружение пожара

(наличие, тип, характеристика)

г) автоматическая установка пожаротушения

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

д) система противодымной защиты

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

Продолжение Приложения А

е) система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

СОУЭ второго типа

(наличие, тип, характеристика)

ж) противопожарное состояние путей эвакуации и эвакуационных выходов

Эвакуационные пути и выходы соответствуют требованиям

(количество, параметры)

4. План взаимодействия с территориальными органами безопасности, территориальными органами МВД России и территориальными органами Росгвардии по защите объекта (территории) от террористических угроз

(наличие, реквизиты документа)

VII. Выводы и рекомендации

На объекте предусмотрено отключение всех инженерных коммуникаций (канализация, водопровод, электропитание и другие), как непосредственно на самом объекте, так и централизованно соответствующими аварийно-ремонтными бригадами. В дальнейшем осуществляется отключение электроснабжения сооружений объекта и внешнего освещения в зависимости от складывающейся обстановки на производственной площадке и прилегающей территории

VIII. Дополнительная информация с учетом особенностей объекта (территории)

Режимно-секретный орган отсутствует

(наличие на объекте (территории) режимно-секретного органа, его численность (штатная и фактическая), количество сотрудников объекта (территории), допущенных к работе со сведениями, составляющими государственную тайну, меры по обеспечению режима секретности и сохранности секретных сведений)